

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA
BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM) PADA
MATERI TRIGONOMETRI UNTUK TINGKAT
SMA/SEDERAJAT**

SKRIPSI



Oleh:
Khumaidatul Aini
NIM: T20167005

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
JUNI 2023**

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA
BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS (STEAM)* PADA
MATERI TRIGONOMETRI UNTUK TINGKAT
SMA/SEDERAJAT**

SKRIPSI

diajukan kepada Universitas Islam Negeri
Kiai Haji Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Matematika



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

Oleh:
Khumaidatul Aini
NIM: T20167005

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
JUNI 2023**

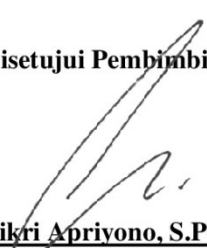
**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA
BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM) PADA
MATERI TRIGONOMETRI UNTUK TINGKAT
SMA/SEDERAJAT**

SKRIPSI

diajukan kepada Universitas Islam Negeri
Kiai Haji Achmad Siddiq Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Matematika

Oleh:
Khumaidatul Aini
NIM: T20167005

Disetujui Pembimbing


Fikri Apriyono, S.Pd., M.Pd.
NIDN. 2001048802

**PENGEMBANGAN MODUL MATEMATIKA
BERBASIS PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS (STEAM) PADA
MATERI TRIGONOMETRI UNTUK TINGKAT
SMA/SEDERAJAT**

SKRIPSI

Telah diuji dan diterima
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Sains
Program Studi Tadris Matematika

Hari : Jumat

Tanggal : 23 Juni 2023

Tim Penguji

Ketua



Dr. Muhammad Zaini, M.Pd.I
NIDN. 2007058001

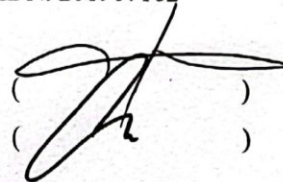
Anggota :

1. Dr. Indah Wahyuni, M.Pd.
2. Fikri Apriyono, S.Pd., M.Pd.

Sekretaris



Mohammad Mukhlis, M.Pd
NIDN. 201907182



Menyetujui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



Prof. Dr. H. Mukni'ah, M.Pd.I
NIDN. 198405111999052001

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (٥)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (٦)

Artinya : (5) Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(6) Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(QS. Al- Insyirah [94] : 5-6) (Depag RI, 2006 : 902)



PERSEMBAHAN

Seiring dengan ucapan “*Alhamdulillah*”, puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala limpahan serta hidayah-Nya. Sholawat serta salam saya haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad Saw. atas segala kemudahan dan kelancaran yang diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini. Sebagai rasa hormat dan terima kasih kepada orang-orang yang sangat berarti bagi hidup saya, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tersayang yaitu Bapak M. Fauzan dan Ibu Ro’yul Aini yang senantiasa memberi doa serta dukungan baik materi maupun nasihat dan segala yang saya butuhkan dengan rasa ikhlas dan tanpa henti.
2. M. Rakhmatulloh selaku adik tersayang yang selalu menjadi kekuatan untuk bertahan hingga ditahap ini. Sosok yang selalu mendoakan dan memotivasi saya, tempat pulang saat banyak hal berat yang harus diselesaikan, selalu menemani dalam banyak cerita dan tawanya.
3. Orang-orang baik yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, seperti guru, keluarga besar, dan teman-teman yang banyak memberi bantuan dalam penyelesaian skripsi ini berupa pengarahan, semangat, dan banyak doa yang semoga juga akan menjadi jalan kemudahan padanya.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis sampaikan kepada Allah Swt. karena atas rahmat dan karunia-Nya, perencanaan, pelaksanaan, dan penyelesaian skripsi, dapat terselesaikan dengan lancar. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw. yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan ilmu seperti saat ini.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan dalam Program studi Tadris Matematika pada Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq (KHAS) Jember dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA/Sederajat”. Kesuksesan ini dapat penulis peroleh karena dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyadari dan menyampaikan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Babun Suharto, S.E., M.M. selaku Rektor UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan izin dan fasilitas untuk penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Mukni`ah, M.Pd.I. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember yang telah memberikan izin dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Indah Wahyuni, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Sains yang tulus hati memberikan arahan dalam setiap program studi.
4. Bapak Fikri Apriyono, M.Pd. selaku Koordinator Program Studi Tadris Matematika dan Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.

5. Seluruh validator yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam proses validasi produk dalam penelitian ini.
6. Para Dosen Program Studi Tadris Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama menempuh pendidikan di UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember.
7. Bapak Kepala MA Miftahul Ulum Suren, para guru dan siswa yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan observasi, sekaligus membantu kelancaran proses penyusunan skripsi ini.
8. Kedua orang tua, adik, seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari harapan sempurna, pasti terdapat kekurangan didalamnya. Namun penulis telah berusaha menyusun skripsi sesuai dengan buku pedoman karya tulis ilmiah UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember, dan sesuai kemampuan yang ada. Akhirnya, semoga dengan segala amal baik yang telah Bapak/Ibu berikan kepada peneliti mendapat balasan baik dari Allah Swt. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti khususnya dan umumnya bagi pembaca.

Jember, 11 Juni 2023

Penulis

ABSTRAK

Khumaidatul Aini, 2023: *Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA/Sederajat*

Kata Kunci: Modul matematika, Pendekatan STEAM, Trigonometri.

Salah satu komponen penting yang mendukung keberhasilan siswa dalam belajar di sekolah yaitu bahan ajar. Jenis bahan ajar salah satunya adalah modul. Modul merupakan sebuah bahan ajar yang bertujuan membuat peserta didik belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik. Diantara mata pelajaran di sekolah yang dapat menggunakan bahan ajar modul adalah mata pelajaran matematika. Mengingat pentingnya matematika dalam pendidikan dan juga kehidupan, perlu adanya pemahaman yang kuat tentang makna dari matematika itu sendiri. Salah satu materi dalam matematika yang terlihat sangat abstrak, namun banyak berkaitan dengan ilmu lain dan digunakan dalam kehidupan nyata adalah trigonometri. Berdasarkan observasi dan hasil analisis kebutuhan diperoleh bahwa peserta didik membutuhkan pengembangan bahan ajar berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk pengembangan, mendeskripsikan proses pengembangan dan validasi dari modul matematika berbasis pendekatan *science, technology, engineering, arts and mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar pembelajaran matematika.

Penelitian yang dilakukan menggunakan jenis penelitian dan pengembangan (R&D) level 1 dan dikembangkan dengan model Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 tahap antara lain : fase investigasi/pengkajian awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa observasi, dokumentasi, dan angket. Sedangkan untuk teknik analisis data pada penelitian ini adalah teknik analisis data kevalidan menggunakan instrumen lembar validasi ahli materi, desain, dan bahasa.

Berdasarkan dari hasil analisis data validasi modul matematika yang dilakukan diperoleh rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap I sebesar 88,63% dan rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap II adalah 88,45%, sehingga diperoleh nilai rata-rata persentase pencapaian nilai secara keseluruhan adalah 88,54% dengan tingkat validitas “**sangat valid**”. Dengan demikian, modul matematika hasil pengembangan dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran matematika di sekolah ataupun dilanjutkan dengan penelitian mengenai keefektifan dari produk tersebut.

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	11
C. Tujuan Penelitian dan Pengembangan	12
D. Spesifikasi Produk yang Diharapkan	13
E. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan	15
F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan	18
G. Definisi Istilah	20
BAB II KAJIAN PUSTAKA	22
A. Penelitian Terdahulu	22

B. Kajian Teori	31
1. Modul Matematika	31
2. Pengembangan Modul Matematika	42
3. Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i> (STEAM)	45
4. Trigonometri	50
5. Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i> (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA/Sederajat	63
BAB III METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	65
A. Model Penelitian dan Pengembangan	65
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	71
C. Uji Coba Produk	78
D. Desain Uji Coba	78
1. Subjek Uji Coba	80
2. Jenis Data	82
3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	82
4. Teknik Analisis Data	86
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	88
A. Penyajian Data Uji Coba	88
B. Analisis Data	127
C. Revisi Produk	128

BAB V KAJIAN DAN SARAN	130
A. Kajian Produk yang Telah Direvisi	130
B. Saran Pemanfaatan, Desiminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	133
DAFTAR PUSTAKA	135
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	139
LAMPIRAN	140
BIODATA PENULIS	172
HASIL PRODUK PENGEMBANGAN	173



DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian	27
Tabel 2.2 Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut Istimewa	53
Tabel 2.3 Nilai Perbandingan Trigonometri Pada Kuadran	55
Tabel 3.1 Kriteria Validitas	87
Tabel 4.1 Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Siswa	90
Tabel 4.2 Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Guru	92
Tabel 4.3 Aspek Kelayakan Materi Yang Dinilai	97
Tabel 4.4 Aspek Desain Yang Dinilai	99
Tabel 4.5 Aspek Kelayakan Bahasa Yang Dinilai	100
Tabel 4.6 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap I	114
Tabel 4.7 Hasil Validasi Ahli Desain Tahap I	115
Tabel 4.8 Hasil Validasi Ahli Bahasa Tahap I	117
Tabel 4.9 Revisi modul	118
Tabel 4.10 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap II	122
Tabel 4.11 Hasil Validasi Ahli Desain Tahap II	124
Tabel 4.12 Hasil Validasi Ahli Bahasa Tahap II	125
Tabel 4.13 Hasil Persentase Pencapaian Nilai Pada Validasi Tahap I.....	127
Tabel 4.14 Hasil Persentase Pencapaian Nilai Pada Validasi Tahap II.....	127

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Teorema <i>Pythagoras</i>	50
Gambar 2.2 Jenis sisi segitiga	51
Gambar 2.3 Bidang koordinat dan kuadran	54
Gambar 2.4 Nilai perbandingan trigonometri pada kuadran	56
Gambar 2.5 Sudut ($90^\circ - \alpha$) di kuadran I	56
Gambar 2.6 Sudut ($180^\circ - \alpha$) di kuadran II	57
Gambar 2.7 Sudut ($180^\circ + \alpha$) di kuadran III	58
Gambar 2.8 Sudut ($360^\circ - \alpha$) di kuadran IV	59
Gambar 2.9 Piramida di Mesir	60
Gambar 2.10 Replika piramida	61
Gambar 3.1 Prosedur penelitian dan pengembangan level 1	68
Gambar 3.2 Tahapan model Plomp	68
Gambar 3.3 Tahapan model penelitian (modifikasi model Plomp)	69
Gambar 3.4 Desain alur penelitian dan pengembangan	79
Gambar 4.1 Halaman belakang dan depan modul	102
Gambar 4.2 Halaman identitas modul	102
Gambar 4.3 Panduan menggunakan modul	103
Gambar 4.4 Halaman motivasi	104
Gambar 4.5 Daftar isi	104
Gambar 4.6 Pendahuluan dan judul kegiatan pembelajaran	105
Gambar 4.7 Tampilan identitas materi	106

Gambar 4.8	Petunjuk belajar	106
Gambar 4.9	Peta konsep dan kata kunci	107
Gambar 4.10	Tampilan informasi pendukung bidang lain	108
Gambar 4.11	Tampilan <i>mathzone</i> pada modul	109
Gambar 4.12	Tampilan lembar kerja proyek pada modul	109
Gambar 4.13	Tampilan latihan soal dan evaluasi pada modul	110
Gambar 4.14	Tampilan glosarium	111
Gambar 4.15	Tampilan daftar pustaka	112



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Matriks penelitian	140
Lampiran 2. Surat keterangan selesai observasi	142
Lampiran 3. Angket analisis kebutuhan	143
Lampiran 4. Hasil validasi tahap I	147
Lampiran 5. Hasil validasi tahap II	157
Lampiran 6. Dokumentasi nilai siswa kelas X materi trigonometri	167
Lampiran 7. Dokumentasi observasi pembelajaran	170
Lampiran 8. Jurnal kegiatan penelitian	171



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Saat ini dunia telah memasuki era revolusi industri 4.0 yang ditandai dengan meningkatnya konektivitas, interaksi dan perkembangan teknologi *cyber-physical*, *cloud computing*, *cognitive computing*, dan *internet of things* yang memicu pertukaran data dan otomasi (Apriyono & Diani, 2021:51). Industri 4.0 tidak hanya berpusat pada teknologi saja, namun sumber daya manusia juga memiliki peran penting. Semakin konvergen batas antara manusia, teknologi informasi dan komunikasi, mesin, serta sumber daya lainnya akan memberikan pengaruh besar terhadap berbagai sektor kehidupan. Hal ini juga akan berdampak terhadap sistem pendidikan. Dalam menghadapi era revolusi industri 4.0, dibutuhkan pendidikan yang mampu membentuk generasi kritis, kompetitif, kreatif, dan inovatif. Untuk mencapai hal tersebut, salah satunya dapat dilakukan mengubah sistem pendidikan dari era *education 3.0* menuju era *education 4.0* yang mengkombinasikan dunia maya dan dunia nyata untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik secara berkelanjutan dalam kehidupannya. Dalam rangka menghasilkan generasi hebat yang dibekali dengan kemampuan dan keterampilan yang dibutuhkan sebagai modal dalam menghadapi revolusi industri 4.0 tersebut, maka dunia pendidikan menerapkan pembelajaran abad 21.

Pembelajaran abad 21 adalah suatu sistem pembelajaran yang bercirikan *learning skill* (didalamnya ditandai dengan adanya komunikasi, kerja sama, serta berpikir kritis dan kreatif), literasi digital dan sesuai dengan skenario *education 4.0* (Sidiq, dkk, 2019:396). Pembelajaran abad 21 diterapkan untuk menyiapkan generasi agar mampu menghadapi tantangan pada era revolusi industri 4.0 yang berlangsung mulai abad 21 dan tantangan-tantangan revolusi lain kedepannya. Tantangan abad 21 mengharuskan manusia memiliki keterampilan teknologi dan manajemen informasi, berkarir dan memiliki kesadaran global, belajar dan berinovasi, serta berkarakter untuk memenuhi tingginya permintaan pasar terkait produk yang berbasis sains dan teknologi. Salah satu bagian dari lingkungan global yang juga menyesuaikan sistem pendidikannya pada revolusi pendidikan dunia adalah Indonesia.

Saat ini di Indonesia menerapkan kurikulum 2013. Kehadiran kurikulum 2013 merupakan upaya yang dilakukan pemerintah untuk mengembangkan pendidikan di Indonesia guna menghadapi persaingan di abad 21 yang sangat ketat. Seiring dengan perkembangan zaman yang didominasi sains dan teknologi diperlukan sistem pendidikan yang menuntut siswa untuk berkreasi dan berinovasi. Hal tersebut sesuai dengan tujuan kurikulum 2013 dalam Permendikbud No. 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah yaitu “untuk mempersiapkan generasi Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, kreatif, inovatif, produktif, dan afektif serta mampu berkontribusi dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa,

bernegara, dan peradaban dunia”. Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) No. 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah, peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir kritis dan kreatif, bertindak mandiri, produktif, komunikatif, dan kolaboratif melalui pendekatan ilmiah sesuai dengan yang dipelajari pada satuan pendidikan dan sumber lain secara mandiri. Selain itu, saat ini Indonesia juga menerapkan kurikulum merdeka secara perlahan dan bertahap.

Kurikulum merdeka adalah kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler yang mana materi pembelajaran akan lebih dioptimalkan agar peserta didik memiliki cukup waktu untuk menguatkan kompetensi dan mendalami konsep. Dalam proses pembelajarannya, guru memiliki keleluasaan dan kebebasan untuk memilih perangkat ajar sehingga pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan belajar dan minat peserta didik masing-masing. Dalam kepmendikbudristek Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 dijelaskan mengenai visi pendidikan Indonesia yang ingin dicapai melalui penerapan kurikulum ini yaitu mewujudkan Indonesia maju yang mandiri, berdaulat, dan berkepribadian melalui terbentuknya pelajar pancasila yang mandiri, bernalar kritis, kreatif, berakhlak mulia, beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, bergotong royong, dan berkebinekaan global. Berdasarkan tujuan pendidikan dari kedua kurikulum tersebut, pembelajaran di sekolah diharapkan dapat menanamkan dan melatih keterampilan-keterampilan sesuai tuntutan pembelajaran abad 21 kepada peserta didik. Salah satu pendekatan yang

memiliki karakteristik untuk menjawab tuntutan pembelajaran pada abad 21 adalah pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) (Hasanah, 2019 : 2).

Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) adalah suatu pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengombinasikan ilmu sains, teknologi, teknik, matematika, dan seni dalam proses pembelajaran. Pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) adalah sebuah integrasi dari berbagai disiplin ilmu diantaranya sains, teknologi, teknik, seni dan matematika yang berada dalam satu kesatuan pendekatan pembelajaran. Buiniconro (2018) mendeskripsikan STEAM sebagai suatu integrasi disiplin ilmu seni ke dalam pembelajaran dan kurikulum pada bidang sains, teknologi, teknik dan matematika yang lebih dahulu dikenal sebagai STEM. STEAM sendiri adalah metadisiplin ilmu yang mengintegrasikan sains, teknik, teknologi, seni dan matematika menjadi sebuah pendekatan terpadu yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran.

Implementasi STEAM dalam pembelajaran di sekolah sangat diperlukan untuk dilakukan pada berbagai mata pelajaran. STEAM sebagai sebuah pendekatan pembelajaran adalah sarana bagi peserta didik untuk menciptakan gagasan/ ide berbasis sains dan teknologi melalui kegiatan berpikir dan bereksplorasi dalam memecahkan permasalahan berdasarkan pada integrasi lima disiplin ilmu. Ketika pemecahan masalah dilakukan berdasarkan beberapa disiplin ilmu, maka akan membangun sebuah solusi pemecahan masalah yang tepat, tidak hanya secara matematik namun berdasarkan konsep

yang berhubungan dengan disiplin ilmu lain, sehingga pemecahan masalah akan menjadi sangat efektif, efisien dan menarik (Nurhikmayati, 2019:42). Hal ini sesuai dengan pendapat Buinicontrol (2018) yang mengatakan bahwa integrasi pada STEAM dapat menciptakan kesempatan baru kepada para peserta didik untuk melakukan kegiatan pembelajaran desain secara langsung dan menghasilkan produk dengan kemampuan pemecahan masalah dan kreativitas yang baik. Kemampuan berpikir dan kreativitas menjadi dua aspek penting yang hendaknya dimiliki peserta didik untuk menghadapi era revolusi industri 4.0. Implementasi pendekatan STEAM dalam pembelajaran adalah sebuah proses penerapan gagasan, ide, dan konsep yang termuat dalam metadisiplin ilmu di dalam sebuah pembelajaran yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menghadapi kemajuan teknologi (Nurhikmayati, 2019:43). Dengan pendekatan STEAM ini diharapkan peserta didik akan lebih mudah memahami konsep yang disampaikan, dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, dan dapat menggali potensi yang ada pada dirinya, sehingga proses pembelajaran dapat berhasil dan berjalan lancar. Selain tergantung pada pendekatan, keberhasilan suatu pembelajaran juga dipengaruhi oleh model dan metode pembelajara yang digunakan, serta bergantung pada perangkat pembelajaran yang digunakan, salah satunya yaitu bahan ajar.

Sungkono (2008:1) menjelaskan bahwa salah satu komponen penting yang menyokong keberhasilan siswa dalam belajar di sekolah yaitu bahan ajar. Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis

sehingga tercipta lingkungan yang memungkinkan siswa belajar dengan baik (Majid, 2011:174). Bahan ajar yang dapat dikembangkan sangatlah beragam. Salah satu jenis bahan ajar yaitu bahan ajar cetak, bahan ajar interaktif, bahan ajar *audio*, dan bahan ajar *audio visual*. Dari ke empat jenis bahan ajar tersebut, bahan ajar cetak lebih efisien dan mudah untuk dikembangkan. Selain itu, bahan ajar cetak dapat dengan mudah digunakan tanpa membutuhkan perangkat lain, serta dapat ditandai sesuai keinginan. Bahan ajar cetak terbagi lagi menjadi beberapa jenis, diantaranya buku, modul, Lembar Kerja Siswa (LKS), dan lainnya. Seiring dengan berjalannya suatu kurikulum, pemerintah menerbitkan buku ajar yang dapat digunakan peserta didik dan pendidik disekolah. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh As'ari, Tjiptiany, dan Muksar (2016:1941) mendapatkan kesimpulan bahwa pembelajaran peserta didik dengan menggunakan buku ajar memberikan hasil yang belum optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan ajar lain yang dapat membantu peserta didik untuk lebih mudah menyerap pembelajaran yang dilakukan, salah satunya berupa sebuah modul.

Modul adalah sebuah bahan ajar yang dapat membuat peserta didik belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik, sehingga paling tidak modul berisi tentang komponen pokok bahan ajar (Diana, Netriwati, dan Suri, 2018). Hal ini selaras dengan pendapat Majid (2011) yang menyatakan bahwa “modul merupakan bahan ajar yang dapat melatih kemandirian siswa dalam belajar, sehingga siswa memiliki keleluasaan untuk menyelesaikan kompetensi dasar lebih cepat dan fokus meningkatkan kemampuan bisa dicapai

secara maksimal”. Sebuah penelitian memperlihatkan bahwa modul efektif digunakan dalam pembelajaran, karena lebih dari 60% siswa tuntas belajar. Modul efektif digunakan sebagai bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran karena dapat menggunakan waktu lebih optimal dan modul menarik bagi siswa sebagai bahan ajar (Utami dkk, 2018:166). Salah satu mata pelajaran yang dapat menggunakan bahan ajar modul adalah mata pelajaran matematika.

Matematika adalah salah satu dari serangkaian mata pelajaran yang memiliki peranan penting dalam pendidikan. Permendiknas RI No. 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah menjelaskan bahwa “matematika adalah ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern, mempunyai peranan penting dalam berbagai disiplin ilmu dan mengembangkan daya pikir manusia” (Depdiknas, 2006:345). Perkembangan teknologi yang semakin pesat sebagaimana yang terjadi saat ini, salah satunya dipengaruhi oleh perkembangan ilmu matematika. Oleh karenanya, matematika memiliki peranan yang cukup sentral dalam perkembangan teknologi. Untuk dapat menguasai dan menciptakan teknologi di masa depan dibutuhkan penguasaan matematika yang kuat sejak dini. Mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar hingga menengah atas untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, kreatif, logis, analitis, sistematis, dan kemampuan bekerjasama (Wahyuni, dkk, 2023:220). Kompetensi tersebut diperlukan agar siswa memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti,

dan kompetitif (Depdiknas, 2006:345). Mengingat pentingnya matematika dalam pendidikan dan juga kehidupan, perlu adanya pemahaman yang kuat tentang makna dari matematika itu sendiri.

Menurut Johnson dan Myklebust dalam Sundayana (2016:2), matematika adalah bahasa simbolis yang memiliki fungsi praktis dalam mengekspresikan hubungan-hubungan keruangan dan kuantitatif. Sedangkan secara teoritis, matematika berfungsi untuk memudahkan berpikir. Selain sebagai bahasa simbolis, matematika adalah ilmu yang kajian obyeknya bersifat abstrak. Hal ini selaras dengan pendapat H.W. Fowler tentang hakikat matematika yaitu "*mathematics is the abstract science of space and number*" (Sundayana, 2016:3). Matematika adalah ilmu abstrak mengenai bilangan dan ruang. Obyek kajian matematika yang abstrak tersebut menjadi kesulitan tersendiri yang menjadi tantangan peserta didik dalam belajar matematika. Oleh karenanya, hingga saat ini masih banyak siswa yang beranggapan bahwa matematika merupakan mata pelajaran yang sulit dan tidak menyenangkan, bahkan menjadi momok yang menakutkan (Utami dkk, 2018:165). Menurut Suherman dalam Utami dkk (2018:165), pada umumnya dalam belajar pelajaran yang dianggap sulit, peserta didik cenderung menunjukkan minat belajar dan motivasi berprestasi relatif rendah. Hal ini menyebabkan kemampuan matematika siswa sampai saat ini masih rendah. Namun, Marti dalam buku Sundayana (2016:2) mengemukakan bahwa meskipun matematika dianggap memiliki tingkat kesulitan yang tinggi, setiap orang harus tetap

mempelajarinya karena ilmu matematika merupakan sarana untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena ilmu matematika sangat berperan dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari, maka peran seorang guru sangat diharapkan agar dapat menemukan pendekatan pembelajaran yang dapat mengubah pola pikir dan pandangan peserta didik terhadap matematika (Saparwadi, 2016:39). Selain itu, tantangan revolusi industri 4.0 dan berbagai tantangan global lainnya menuntut seorang guru untuk dapat menciptakan pembelajaran yang mampu menghasilkan generasi yang kreatif, kritis, inovatif, dan kompetitif. Al-Quran juga menganjurkan bagi setiap pendidik agar selalu mencari jalan dan media terbaik agar memperlancar peserta didik untuk menerima ilmu Allah Swt., sebagaimana dalam Al-Quran secara prinsip disampaikan dalam surat Al-Maidah ayat 35 berikut:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَابْتَغُوا إِلَيْهِ الْوَسِيلَةَ وَجْهَدُوا فِي سَبِيلِهِ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman, bertakwalah kalian kepada Allah dan carilah jalan yang mendekatkan diri kepada-Nya (wasilah) dan berjihadlah pada jalan-Nya supaya kalian mendapat keberuntungan.” (Q.S. Al-Maidah/05: 35)

Selain itu, Bapak Nadiem Anwar Makarim selaku menteri pendidikan, kebudayaan, riset dan teknologi pernah mengatakan dalam pidatonya bahwa guru yang terbaik adalah guru yang tidak pernah berhenti belajar dan berinovasi. Berdasarkan hal tersebut di atas yang selaras dengan tujuan dari pendidikan di Indonesia, guru perlu melakukan suatu pengembangan dalam

pembelajaran, salah satunya yaitu pengembangan bahan ajar yang berupa modul matematika. Didalam mengembangkan sebuah bahan ajar memerlukan suatu pendekatan yang akan menentukan pelaksanaannya dalam pembelajaran. Dalam hal ini, pendekatan STEAM sangat sesuai untuk diterapkan.

Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menyusun sebuah bahan ajar yang memuat materi matematika secara efektif untuk mengatasi kesulitan siswa dalam belajar matematika dengan mengkonstruksi konsep matematika yang dilakukan dalam sebuah proses pembelajaran terintegrasi beberapa disiplin ilmu yang termuat dalam STEAM. Pendekatan STEAM memberikan peluang kepada pendidik untuk menanamkan prinsip, konsep, dan prosedur dari sains, teknologi, teknik, seni dan matematika secara terintegrasi untuk mengembangkan suatu produk dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hasanah (2019) menghasilkan kesimpulan bahwa pengembangan modul berbasis STEAM yang dikembangkan telah layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran. Pengembangan modul dirasa sangat efektif dalam mengatasi kesulitan siswa ketika belajar karena modul disusun dengan konsep yang menarik dengan menggunakan karakteristik pendekatan STEAM dengan mencantumkan lab-mini, jelajah IT, kegiatan proyek, serta dilengkapi dengan ilustrasi-ilustrasi berupa gambar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi. Materi dan topik matematika yang dapat diterapkan dengan

pembelajaran berbasis STEAM diantaranya bangun ruang, peluang, aritmetika sosial, trigonometri dan lainnya (Nurhikmayati, 2019:48).

Trigonometri adalah salah satu materi dalam matematika yang terlihat sangat abstrak, namun banyak berkaitan dengan ilmu lain dan digunakan dalam kehidupan nyata. Oleh karena materi ini terlihat sangat abstrak, maka banyak siswa yang masih lemah dan kesulitan dalam mengerjakan soal-soal terutama yang berkaitan dengan kehidupan atau soal-soal HOTS. Hal ini disebabkan karena tingkat pemahaman siswa terhadap materi trigonometri masih rendah. Pada penelitian ini, peneliti ingin memfokuskan pengembangan modul matematika pada materi trigonometri, karena trigonometri adalah salah satu materi matematika yang dekat dengan ilmu lain dan sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA/ sederajat” bertujuan untuk mengimplementasikan STEAM dalam pembelajaran matematika dengan harapan dapat mengembangkan kemampuan dan *skill* yang berguna bagi peserta didik guna menghadapi tantangan global saat ini dan di masa mendatang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana proses pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat ?
2. Bagaimana kevalidan hasil pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat ?

C. Tujuan Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan uraian diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghasilkan produk pengembangan berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar pembelajaran matematika.
2. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat.
3. Untuk mendeskripsikan kevalidan dari hasil pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat.

D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Produk yang diharapkan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah modul pembelajaran matematika kurikulum merdeka berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) dengan spesifikasi produk sebagai berikut :

1. Modul matematika hasil pengembangan ini untuk tingkat SMA/ sederajat yang mendukung pembelajaran kurikulum merdeka pada materi trigonometri dengan menyajikan pengetahuan yang diintegrasikan dari berbagai disiplin ilmu.
2. Kurikulum yang digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan modul ini adalah kurikulum merdeka dengan materi perbandingan trigonometri yang memiliki tujuan pembelajaran domain geometri sebagai berikut:
 - G.2 Menjelaskan definisi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan dihubungkan dengan konsep pythagoras.
 - G.3 Mengidentifikasi trigonometri pada kuadran dan menghubungkan pada konsep sudut berelasi dan sudut istimewa pada trigonometri.
 - G.4 Menyelesaikan masalah kontekstual berkaitan dengan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku.
3. Modul pengembangan ini digunakan pada mata pelajaran matematika fase E kelas X.

4. Modul ini memuat unsur sains, teknik, teknologi, seni dan matematika yang disajikan dalam desain subbagian modul antara lain lab mini, jendela IT, pojok seni, dan *math zone*.
5. Materi yang dimuat dalam modul ini adalah trigonometri yang terdiri dari tiga subbab yaitu perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan.
6. Modul ini terdiri dari tiga bagian yaitu pendahuluan, isi, dan penutup yang akan diuraikan sebagai berikut:
 - a. Bagian pendahuluan, terdiri dari halaman sampul (cover), halaman identitas, halaman motivasi, panduan menggunakan modul, kata pengantar, dan daftar isi.
 - b. Bagian isi, terdiri dari judul bab, tujuan pembelajaran, petunjuk belajar, kata kunci, peta konsep, serta kegiatan belajar yang berisi informasi pendukung (lab mini, jendela IT, dan pojok seni), materi (*math zone*), petunjuk kerja atau lembar kerja proyek, latihan, dan evaluasi.
 - c. Bagian penutup, terdiri dari kunci jawaban, doa sebelum dan sesudah belajar, dan daftar pustaka.
7. Modul ini dapat digunakan pada kegiatan pembelajaran di dalam kelas maupun secara mandiri oleh peserta didik.
8. Modul ini dilengkapi dengan kunci jawaban sehingga peserta didik dapat memeriksa sendiri jawaban dari soal-soal yang telah disajikan.

9. Memenuhi kriteria kevalidan, modul ini dikatakan valid jika akumulasi perolehan tingkat kevalidan dari ahli materi/isi, desain, dan bahasa minimal 80%.

E. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan

Pengembangan terhadap bahan ajar dibidang pendidikan sangat diperlukan mengingat tuntutan zaman dan kurikulum yang semakin kompleks. Pada era revolusi industri 4.0 sebagaimana saat ini, dibutuhkan suatu bahan ajar yang mampu melatih siswa untuk dapat belajar berpikir kreatif, kritis, inovatif, dan kompetitif. Selain itu, sikap kemandirian juga perlu diajarkan sejak dini agar siswa mampu menghadapi tantangan global pada masa yang akan datang dengan *skill* yang dimiliki. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis, kreatif, inovatif, produktif, mandiri, kolaboratif, dan komunikatif adalah modul.

Pengembangan modul perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran matematika. Pengembangan modul dapat menyajikan kegiatan belajar yang menarik dan memberikan pengalaman belajar yang berbeda untuk para siswa, sehingga mereka dapat memiliki motivasi untuk belajar secara mandiri yang tidak membosankan. Berdasarkan hal tersebut yang selaras dengan tujuan pendidikan di Indonesia, didalam mengembangkan sebuah bahan ajar memerlukan suatu pendekatan yang akan menentukan pelaksanaannya dalam pembelajaran. Dalam hal ini, pendekatan STEAM sangat sesuai untuk diterapkan.

Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menyusun sebuah bahan ajar baru yang memuat materi matematika secara efektif dalam mengatasi kesulitan siswa belajar matematika dengan mengkonstruksi konsep matematika yang dilakukan dalam sebuah proses pembelajaran terintegrasi beberapa disiplin ilmu yang termuat dalam STEAM. Pendekatan STEAM memberikan peluang kepada pendidik dalam menanamkan prinsip, konsep, dan prosedur dari sains, teknologi, teknik, seni dan matematika secara terintegrasi untuk mengembangkan suatu produk dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan pemaparan tersebut, maka perlu adanya pengembangan bahan ajar, khususnya modul matematika yang terintegrasi dengan berbagai disiplin ilmu untuk membuka pengetahuan dan wawasan yang lebih luas.

Berdasarkan tujuan penelitian dan uraian pentingnya pengembangan di atas, maka diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Secara Teoritis

Peneliti berharap penelitian ini nantinya dapat memberikan gambaran tentang pengembangan bahan ajar, khususnya modul matematika sehingga dapat melahirkan produk-produk pengembangan yang bermanfaat untuk guru maupun peserta didik dalam kegiatan pembelajaran agar berjalan lebih efektif, aktif, inovatif dan kreatif.

2. Secara Praktis

- a. Bagi peneliti, sebagai sarana belajar dan untuk memperoleh pengalaman serta mendapatkan pengetahuan terkait pengembangan bahan ajar (modul) matematika untuk pembelajaran tingkat SMA/ sederajat.
- b. Bagi siswa, diharapkan dengan adanya penelitian pengembangan modul matematika ini dapat mengatasi kesulitan belajar siswa, memberikan pengalaman belajar yang berbeda, meningkatkan hasil belajar, mengurangi kejenuhan dan menumbuhkan semangat dalam belajar matematika.
- c. Bagi guru, dengan adanya penelitian ini guru dapat memiliki bahan ajar matematika baru berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) yang dapat membantu dalam pelaksanaan pembelajaran yang efektif dan efisien. Selain itu juga dapat memotivasi guru untuk dapat mengembangkan bahan ajar atau modul sendiri yang sesuai dengan kondisi siswa dan lingkungannya.
- d. Bagi sekolah, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan gambaran atau bahan masukan mengenai pengembangan bahan ajar kepada instansi pendidikan secara umum untuk meningkatkan kualitas pendidikan khususnya di bidang matematika.
- e. Bagi institusi, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai tambahan referensi atau literatur bagi lembaga UIN KHAS Jember dan mahasiswa,

khususnya Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan dan mahasiswa Tadris Matematika yang ingin mengembangkan karya ilmiah mereka.

- f. Bagi pembaca/peneliti lain, penelitian pengembangan ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam mengembangkan perangkat pembelajaran, bahan ajar, maupun media pembelajaran lainnya dalam melakukan penelitian yang serupa.

F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Pada penelitian ini terdapat asumsi dan keterbatasan pada proses pengembangan produk yang dilakukan. Asumsi penelitian ini menjadi pijakan dalam menentukan karakteristik dari produk hasil pengembangan. Pengembangan modul ini didasarkan pada asumsi-asumsi sebagai berikut.

1. Modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat ini disusun berdasarkan alur penelitian pengembangan dengan model Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase (fase investigasi awal, fase desain, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi).
2. Dalam penyusunan modul ini melibatkan tiga validator yaitu ahli materi, desain, dan bahasa.
3. Validator melakukan penilaian pada modul melalui angket validasi yang menggambarkan produk secara menyeluruh (komprehensif).
4. Validasi yang dilakukan menunjukkan keadaan sebenarnya dan tanpa rekayasa, paksaan atau pengaruh dari siapapun.

5. Pengembangan modul ini menerapkan jenis penelitian pengembangan level 1.
6. Modul yang dihasilkan telah teruji kevalidannya.
7. Modul yang dihasilkan dapat digunakan dalam penelitian lanjutan untuk menguji kepraktisan dan keefektifannya.

Untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman dan lebih terfokus, maka peneliti memberikan batasan-batasan dalam pengembangan ini sebagai berikut.

1. Materi matematika yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perbandingan trigonometri SMA/ sederajat kurikulum merdeka.
2. Materi yang digunakan sesuai Capaian Pembelajaran pada Kepmendikbudristek Nomor 262/M/2022 tentang Perubahan atas Kepmendikbudristek Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran.
3. Modul pengembangan ini digunakan pada mata pelajaran matematika kelas X fase E.
4. Penelitian pengembangan ini tidak dilakukan uji coba terhadap peserta didik di kelas.
5. Modul yang dihasilkan terintegrasi dengan beberapa disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, seni dan matematika, dengan fokus utama tetap materi matematika. Sedangkan disiplin ilmu lainnya digunakan untuk membuka wawasan lebih luas dari materi matematika yang dibahas.

G. Definisi Istilah

Untuk memberikan arah dan menghindari penafsiran ganda, maka dalam penelitian ini peneliti membuat penegasan istilah yang dipaparkan berikut ini.

1. Modul matematika adalah sebuah bahan ajar mata pelajaran matematika yang terdiri dari suatu rangkaian kegiatan pembelajaran yang disusun secara sistematis sesuai dengan kondisi siswa yang digunakan untuk menciptakan proses belajar mandiri sehingga dapat membantu siswa dalam mencapai tujuan-tujuan pembelajarannya.
2. Pengembangan modul matematika adalah penyusunan bahan ajar mata pelajaran matematika berupa modul matematika melalui kegiatan yang terstruktur dengan tujuan untuk mewujudkan proses pembelajaran yang terpusat pada siswa dimana siswa dapat melakukan kegiatan belajar mandiri baik melalui bimbingan atau tanpa bimbingan guru, sehingga dapat mengurangi kesulitan siswa dalam memahami materi matematika.
3. *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) adalah suatu pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam proses pembelajaran yang diimplementasikan dalam mata pelajaran matematika di sekolah.
4. Trigonometri adalah salah satu pokok bahasan yang terdapat pada alur dan tujuan pembelajaran matematika fase E kelas X kurikulum merdeka yang membahas tentang perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku,

perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan.

5. Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat adalah pengembangan sebuah modul pembelajaran matematika yang membahas tentang pokok bahasan perbandingan trigonometri melalui kegiatan yang terstruktur dengan tujuan untuk mewujudkan proses kegiatan pembelajaran yang terpusat pada siswa dimana siswa dapat melakukan kegiatan belajar mandiri melalui pendekatan STEAM yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni dan matematika dalam menyelesaikan masalah kehidupan nyata untuk membangun pemahaman secara mandiri dari proses pembelajaran bermakna.

UIN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

KH ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu pada kajian pustaka ini, peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan, kemudian membuat ringkasan baik penelitian yang sudah terpublikasikan atau belum terpublikasikan (skripsi, tesis, dan jurnal). Dengan melakukan langkah ini, maka akan terlihat sejauh mana urgensi dan posisi penelitian yang hendak dilakukan. Penelitian terdahulu yang terkait dengan pengembangan modul diantaranya :

- 1. Pertama**, Tesis Program Studi Magister Pendidikan IPA, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember karya Luthfiyatul Hasanah dengan judul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) Dilengkapi Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA” tahun 2019.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan dengan menggunakan model 4D. Penelitian ini diuji coba di MAN 1 Jember pada siswa Kelas XII-MIA.1, sebanyak 32 siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dilengkapi animasi *flash* memiliki skor kelayakan 89,85% dengan kategori sangat valid. Skor rata-rata respon

siswa dengan nilai 81 dan observasi pelaksanaan pembelajaran dengan nilai 80 dengan kategori praktis. Rerata nilai post-test (80,09) > rerata nilai pre-test (27,51) dan rerata N-Gain termasuk dalam kategori tinggi (0,72), sehingga modul dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran.

- 2. Kedua**, penelitian Taza Nur Utami, Agus Jatmiko, dan Suherman dengan judul “Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEM) pada Materi Segiempat” dalam Jurnal Matematika “Desimal”, 1 (2), 2018, 165-172.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan dengan model pengembangan Borg dan Gall yang dimodifikasi oleh Sugiyono. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan modul matematika dengan pendekatan STEM dan respon peserta didik dan guru terhadap kemenarikan modul. Instrumen pengumpulan data yang digunakan yaitu angket yang diberikan pada para ahli untuk mengetahui kelayakan produk, dan angket yang diberikan pada peserta didik dan guru untuk mengetahui kemenarikan produk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penilaian dari para ahli sangat layak (87% ahli materi, 92% ahli bahasa dan 89% ahli media), respon peserta didik dan guru sangat menarik (89% uji coba kelompok kecil, 87% uji coba lapangan dan 90% uji coba guru). Dari data tersebut diperoleh kesimpulan bahwa modul dapat digunakan dalam pembelajaran.

- 3. Ketiga**, Skripsi Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang karya Sigit

Nugroho dengan judul “Pengembangan Modul Pegangan Guru Matematika SMA/MA Berbasis Microsoft Excel pada Materi Trigonometri, Statistika, dan Peluang” tahun 2019.

Pada skripsi ini dibahas tentang pengembangan modul pegangan guru matematika SMA/MA berbasis microsoft excel pada materi trigonometri, statistika, dan peluang. Latar belakang masalah dari penelitian ini yaitu antusiasme siswa yang masih rendah dan perlunya variasi dalam kegiatan pembelajaran matematika. Pengembangan ini mengacu pada model pengembangan 4-D yang dikemukakan Thiagarajan dan telah dimodifikasi oleh peneliti menjadi 3- D meliputi tiga tahapan pengembangan yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), dan *development* (pengembangan). Instrumen yang digunakan adalah angket penilaian validitas skala 1 sampai 5, meliputi aspek isi/materi, grafik, penyajian, dan bahasa. Penilaian dilakukan oleh dua dosen ahli, pendidik matematika tingkat SMA, dan *peer review*. Data yang diperoleh berupa data kualitatif yang dikonversi menjadi data kuantitatif dengan pedoman kriteria kategori penilaian ideal untuk menentukan validitas kelayakan modul. Hasil akhir dari penilaian menunjukkan bahwa kualitas modul termasuk dalam kategori layak/valid dengan skor rata-rata 4,142 pada rentang skala 5.

- 4. Keempat**, skripsi Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang karya Ria Dhotul Liana dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berbasis

Unity of Sciences Pada Materi Trigonometri Kelas X MA Yaspia Ngroto Gubug Grobogan” Tahun 2018.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Modul ini kemudian diuji kelayakannya berdasarkan tiga aspek, meliputi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil penelitian ini yaitu: (1) Berdasarkan uji validitas yang dilakukan oleh 3 orang validator, modul ini mendapatkan rata-rata penilaian 92,36%. (2) Modul ini mendapatkan rata-rata nilai dengan kategori baik, yaitu 3,3 dari rentang penilaian 1 sampai 4 dari uji kepraktisan yang diperoleh melalui penilaian tanggapan oleh peserta didik kelas XA. (3) Modul matematika berbasis *unity of sciences* pada materi trigonometri kelas X MA memiliki kualitas yang baik berdasarkan uji efektivitas yang diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test* yang dianalisis dengan *n-gain* dan analisis uji-t pada rata-rata nilai kelas kontrol dan eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, modul yang dikembangkan dinyatakan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

- 5. Kelima**, skripsi dari Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung karya Nia Angraini dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berdasarkan Model Pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*) Materi Pokok Trigonometri Untuk SMA” Tahun 2018.

Metode penelitian dan pengembangan penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* Borg and Gall yang dimodifikasi oleh sugiyono. Adapun prosedur yang digunakan antara lain: (1) potensi dan masalah, (2) mengumpulkan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) revisi desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk akhir. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu observasi, angket, wawancara, dan dokumen. Hasil validasi ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa diperoleh nilai rata-rata dengan kriteria valid. Pada uji coba lapangan untuk mengetahui respon peserta didik di MA Muhammadiyah Bandar Lampung didapatkan skor rata-rata sebesar 3,65 dengan kriteria sangat menarik, di SMA AL-AZHAR 3 mendapatkan skor rata-rata sebesar 3,55 dengan kriteria sangat menarik, dan di SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung memperoleh skor rata-rata sebesar 3,53 dengan kriteria sangat menarik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, modul yang dihasilkan dinyatakan dapat digunakan dalam pembelajaran.

Dalam penelitian yang akan dilakukan terdapat beberapa persamaan dan perbedaan dengan penelitian terdahulu. Berikut uraian persamaan dan perbedaan dari kelima penelitian terdahulu yang dirujuk dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.1
Persamaan dan Perbedaan Penelitian

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
1.	Tesis Luthfiyatul Hasanah dengan judul “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (<i>Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics</i>) Dilengkapi Animasi <i>Flash</i> untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA” Tahun 2019.	<ul style="list-style-type: none"> a. Jenis penelitian: pengembangan. b. Bahan ajar yang dikembangkan: modul. c. Pendekatan produk pengembangan: STEAM. d. Bahan ajar tingkat : SMA/MA. 	<p>Penelitian Terdahulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : 4D. b. Mata pelajaran : Biologi. c. Materi produk : bioteknologi. d. Teknik pengumpulan data: angket, observasi, dan tes. e. Indikator : Kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. <p>Penelitian Sekarang:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase. b. Mata pelajaran : matematika. c. Materi produk : trigonometri. d. Teknik pengumpulan data: angket, observasi, dan dokumentasi. e. Indikator : kevalidan

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
2.	<p>Penelitian Taza Nur Utami, Agus Jatmiko, dan Suherman dengan judul “Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM) pada Materi Segiempat” Tahun 2018.</p>	<p>a. Jenis penelitian: pengembangan. b. Bahan ajar yang dikembangkan: modul. c. Mata pelajaran : matematika.</p>	<p>Penelitian Terdahulu:</p> <p>a. Model pengembangan : Borg dan Gall. b. Materi produk : Segiempat. c. Pendekatan produk pengembangan: STEM. d. Indikator keberhasilan: kelayakan dan kemenarikan. e. Bahan ajar tingkat : SMP/MTs.</p> <p>Penelitian Sekarang:</p> <p>a. Model pengembangan : Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase. b. Materi produk : trigonometri. c. Pendekatan produk pengembangan: STEAM. d. Indikator keberhasilan: kevalidan. e. Bahan ajar tingkat : SMA/SMK/MA.</p>

KH ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
3.	Skripsi Sigit Nugroho dengan judul “Pengembangan Modul Pegangan Guru Matematika SMA/MA Berbasis <i>Microsoft Excel</i> pada Materi Trigonometri, Statistika, dan Peluang” tahun 2019.	<ul style="list-style-type: none"> a. Jenis penelitian: pengembangan. b. Bahan ajar yang dikembangkan: modul. c. Mata pelajaran : matematika. d. Indikator keberhasilan: kevalidan. e. Bahan ajar tingkat : SMA/MA. 	<p>Penelitian Terdahulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : 4D yang dimodifikasi menjadi 3D. b. Materi produk : Trigonometri, Statistika, dan Peluang. c. Pendekatan produk pengembangan: Berbasis <i>Microsoft Excel</i>. <p>Penelitian Sekarang:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase. b. Materi produk : trigonometri. c. Pendekatan produk pengembangan: STEAM.
4.	Skripsi Ria Dhotul Liana dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berbasis <i>Unity of Sciences</i> Pada Materi Trigonometri Kelas X MA Yaspia Ngroto Gubug Grobogan” Tahun 2018.	<ul style="list-style-type: none"> a. Jenis penelitian: pengembangan. b. Bahan ajar yang dikembangkan: modul. c. Mata pelajaran : matematika. d. Materi produk : trigonometri. e. Bahan ajar tingkat : SMA/MA/SMK 	<p>Penelitian Terdahulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : ADDIE. b. Pendekatan produk pengembangan: <i>Unity of Sciences</i>. c. Indikator keberhasilan: validitas, kepraktisan, dan efektivitas.

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
			<p>d. Teknik pengumpulan data: angket dan kuesioner, wawancara, tes, dan dokumentasi.</p> <p>Penelitian Sekarang:</p> <p>a. Model pengembangan : Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase.</p> <p>b. Pendekatan produk pengembangan: STEAM.</p> <p>c. Indikator keberhasilan: kevalidan.</p> <p>d. Teknik pengumpulan data: observasi, angket, dan dokumentasi.</p>
5.	Skripsi Nia Anggraini dengan judul “Pengembangan Modul Matematika Berdasarkan Model Pembelajaran PBL (<i>Problem Based Learning</i>) Materi Pokok Trigonometri Untuk SMA” Tahun 2018.	<p>a. Jenis penelitian: pengembangan.</p> <p>b. Bahan ajar yang dikembangkan: modul.</p> <p>c. Mata pelajaran : matematika.</p> <p>d. Bahan ajar tingkat : SMA/MA.</p> <p>e. Materi produk : Trigonometri.</p>	<p>Penelitian Terdahulu:</p> <p>a. Model pengembangan : Borg and Gall.</p> <p>b. Indikator keberhasilan: Kevalidan dan kemenarikan.</p> <p>c. Pendekatan produk pengembangan: PBL (<i>Problem Based Learning</i>).</p>

No	Penelitian Terdahulu	Persamaan	Perbedaan
			<p>Penelitian Sekarang:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Model pengembangan : Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase. b. Indikator keberhasilan: Kevalidan. c. Pendekatan produk pengembangan: STEAM.

Lima penelitian mengenai pengembangan modul di atas menjadi patokan peneliti untuk melakukan penelitian pengembangan ini dan menyusun bahan ajar berupa modul matematika berbasis pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat. Hal ini dikarenakan pengembangan bahan ajar terutama pengembangan modul telah dapat diterima sebagai salah satu sarana pendukung pembelajaran mandiri dan penunjang pembelajaran di kelas.

B. Kajian Teori

1. Modul Matematika

Definisi modul matematika pada penelitian ini berpacu pada teori modul dan matematika. Berikut kajian teori mengenai dua hal tersebut.

a) Modul

(1) Pengertian Modul

Menurut Hamdani dalam bukunya (2011:220), modul merupakan sarana pembelajaran yang berbentuk tertulis atau cetak yang disusun secara sistematis, memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, dan petunjuk kegiatan belajar mandiri (*self instructional*), serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk menguji diri sendiri melalui latihan yang disajikan dalam modul tersebut. Modul adalah suatu paket pengajaran yang memuat konsep per unit dari bahan pembelajaran. Menurut tokoh lain, Majid (2011:176) mengatakan bahwa modul merupakan sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik, sehingga modul terdiri atas segala komponen dasar bahan ajar. Modul ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru sehingga modul berisi minimal tentang komponen dasar dari suatu bahan ajar. Sebuah modul akan bermakna jika siswa dapat dengan mudah menggunakannya.

Pembelajaran dengan menggunakan modul memungkinkan siswa yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar lebih cepat menyelesaikan suatu kompetensi lebih dulu dibandingkan dengan siswa lainya. Dengan demikian maka modul harus menggambarkan

kompetensi atau tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh siswa, disajikan dengan menggunakan bahasa yang baik, menarik dan dilengkapi dengan ilustrasi (Listiawan, 2012:13). Modul adalah salah satu komponen yang memegang peranan penting dalam proses kegiatan pembelajaran. Pada pembelajaran matematika, guru yang belum memiliki modul sebagai bahan ajar untuk melengkapi pembelajaran bagi siswa merupakan salah satu faktor penyebab masih berlakunya model pembelajaran secara konvensional.

(2) Karakteristik Modul

Untuk menghasilkan modul yang berkualitas dan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik, maka harus memperhatikan karakteristik modul yang diperlukan sebagai bahan ajar. Berikut ini karakteristik modul menurut Daryanto dan Cahyono (2014:186) dalam bukunya, antara lain:

(a) *Self Instructional*

Self Instructional adalah bahan ajar yang dapat membuat peserta didik mampu membelajarkan diri sendiri dengan bahan ajar yang dikembangkan. Dalam sebuah bahan ajar harus ada tujuan yang dirumuskan dengan jelas. Melalui penggunaan modul, siswa mampu belajar secara mandiri dan tidak selalu tergantung pada guru maupun pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instructional* maka modul harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- i. Memuat tujuan yang disusun dengan jelas.
- ii. Memuat materi pembelajaran yang telah dikemas dalam unit lebih kecil sehingga memudahkan belajar secara tuntas.
- iii. Memuat ilustrasi dan contoh yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.
- iv. Memuat soal-soal latihan dan tugas yang dapat membuat siswa memberikan respon dan mampu mengukur tingkat penguasaannya sendiri.
- v. Memuat permasalahan kehidupan sehari-hari.
- vi. Menggunakan bahasa yang komunikatif dan sederhana.
- vii. Terdapat rangkuman dari materi pembelajaran.
- viii. Memuat instrumen penilaian yang memungkinkan pengguna melakukan *self assessment*.
- ix. Memuat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunanya mengetahui tingkat penguasaan materi terhadap diri sendiri.
- x. Menyediakan informasi tentang rujukan / referensi yang mendukung materi pembelajaran pada modul.

(b) *Self Contained*

Semua materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat dalam satu kesatuan modul yang utuh. Tujuan konsep ini yaitu memberikan kesempatan siswa untuk belajar secara tuntas dan modul bisa

membuat rangkaian kegiatan pembelajaran yang direncanakan secara sistematis.

(c) *Stand Alone*

Modul hasil pengembangan tidak bergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lainnya. Jika modul tersebut masih bergantung atau masih membutuhkan media lain, maka tidak bisa dikatakan modul tersebut berdiri sendiri.

(d) *Adaptive*

Modul dapat dikatakan *adaptive* jika modul tersebut dapat menyusun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel untuk digunakan. Selain itu modul yang *adaptive* adalah modul dengan isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

(e) *User Friendly*

Modul yang baik harus bersifat bersahabat dengan pemiliknya. Dengan kata lain, modul harus mudah dipahami sehingga siswa mudah untuk memahami isi dari modul yang sudah disediakan, tidak hanya sebagai buku pegangan saja namun juga sebagai pegangan dan buku acuan pelajaran yang harus dipelajari.

Jadi, modul yang baik harus memenuhi beberapa karakteristik di atas agar siswa dapat dengan mudah belajar secara mandiri. Selain itu, modul yang baik harus berisi materi yang tertulis secara lengkap dan sistematis, disertai dengan berbagai ilustrasi yang membantu dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami.

(3) Unsur-Unsur Modul Pembelajaran

Untuk dapat membuat sebuah modul pembelajaran yang baik, maka harus mengenali unsur-unsurnya. Adapun unsur-unsur modul menurut Prastowo (2013:112) yang harus dipenuhi antara lain :

- (a) Judul
- (b) Petunjuk belajar (petunjuk peserta didik dan pendidik)
- (c) Kompetensi dan tujuan yang akan dicapai
- (d) Petunjuk kerja/ lembar kerja
- (e) Latihan-latihan
- (f) Informasi pendukung
- (g) Evaluasi

(4) Kualitas Modul Pembelajaran

Pembelajaran sudah banyak dilakukan inovasi, perbaikan dan pengembangan, namun perbaikan pembelajaran yang telah dilakukan tersebut belum dapat dikatakan baik jika belum memenuhi tiga syarat, yaitu valid, praktis dan efektif (Hasanah, 2019:11).

(a) Kevalidan Modul Pembelajaran

Menurut Nieveen, validitas adalah penilaian terhadap rancangan suatu produk. Kevalidan bahan ajar dalam penelitian ini adalah bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan yang dirancang berdasarkan pada pengetahuan ilmiah, serta bahan ajar yang dikembangkan logis untuk diciptakan. Kevalidan sebuah modul diperoleh dari uji validasi oleh validator. Validator dapat berupa ahli, pakar, praktisi, teman sejawat, atau yang relevan. Kriteria pemilihan validator berdasarkan masukan pembimbing dengan mempertimbangkan keahlian validator pada bidang yang diperlukan (Hasanah, 2019:12). Jadi kevalidan modul pembelajaran merupakan suatu modul pembelajaran yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

(b) Kepraktisan (*Practicality*) Modul Pembelajaran

Kepraktisan adalah ukuran suatu modul pembelajaran dapat dikatakan baik atau buruk. Menurut Akker dalam Hasanah (2019:12), kepraktisan berpedoman pada tingkat bahwa pengguna (pakar) mempertimbangkan intervensi dapat digunakan dan disukai dalam keadaan normal. Modul pembelajaran dapat dikatakan praktis jika guru dapat melaksanakan pembelajaran dengan media yang telah direncanakan dengan baik (Nieveen dalam Hasanah, 2019:12).

Kepraktisan sebuah media pembelajaran lebih difokuskan pada tingkat efektivitas dan efisiensi modul pembelajaran tersebut. Dalam mengukur tingkat kepraktisan pelaksanaan modul pembelajaran terdapat beberapa kriteria, menurut Nieveen dalam Hasanah (2019:12) beberapa kriteria tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

- i. Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan menyusun modul pembelajaran tersebut.
- ii. Biaya yang dibutuhkan untuk menyelenggarakan modul pembelajaran tersebut.
- iii. Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembelajaran menggunakan modul pembelajaran tersebut.
- iv. Tingkat kesulitan dalam membuat modul pembelajaran.
- v. Tingkat kesulitan dalam proses menggunakan modul yang dihasilkan tersebut.

(c) Keefektifan (*Effectiveness*) Modul Pembelajaran

Efektivitas adalah kondisi dimana seseorang dapat berhasil memanfaatkan dan mendapatkan komponen dari strategi pembelajaran untuk memperoleh hasil yang baik. Efektivitas berarti berhasil atau tepat guna. Efektif adalah kata dasar, sedangkan kata sifat dari efektif adalah efektivitas. Menurut Effendy dalam Hasanah (2019:13) mengartikan efektivitas sebagai “komunikasi yang prosesnya mencapai

tujuan yang direncanakan sesuai dengan biaya yang dianggarkan, waktu yang ditetapkan dan jumlah personil yang ditentukan”. Keefektifan modul pembelajaran adalah hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam proses pembelajaran.

Kegiatan pembelajaran efektif terjadi jika peserta didik terlibat aktif dalam mengorganisasi dan menemukan hubungan dari informasi yang diberikan, tidak hanya secara pasif menerima pengetahuan dari pendidik. Menurut Reigeluth dalam Hasanah (2019:13), aspek penting dalam keefektifan (efek potensial) dari suatu teori, instrumen, atau modul adalah mengetahui derajat/ tingkat dari penerapan teori, atau modul dalam suatu kondisi tertentu. Penentu keefektifan modul pembelajaran dapat dilihat dari keefektifan penerapan modul di lapangan (pelaksanaan di kelas) dengan menggunakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Modul pembelajaran dapat dikatakan efektif, bila telah memenuhi indikator berikut:

- i. Pencapaian hasil belajar siswa secara klasikal tuntas.
- ii. Adanya peningkatan hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah penerapan modul pembelajaran.

Berdasarkan beberapa teori di atas, maka yang dimaksud dengan modul pada penelitian ini adalah sebuah bahan ajar yang berisi suatu rangkaian kegiatan belajar dan disusun secara sistematis sesuai dengan situasi siswa yang digunakan untuk menciptakan proses kegiatan belajar

secara mandiri sehingga dapat membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajarannya.

b) Matematika

Istilah matematika bersumber dari bahasa Yunani “*mathein*” atau “*manthenein*”, yang artinya “mempelajari”. Kata tersebut sangat berhubungan dengan bahasa Sanskerta “*medha*” atau “*widya*” yang artinya “ketahuan”, “kepandaian”, atau “inteleksi” (Masykur dan Fathani, 2008:42). Dienes dalam Fathani (2012:21) mendefinisikan matematika sebagai sebuah konstruktivisme sosial. Fathani mengatakan bahwa matematika adalah seni ilmu kreatif. Oleh sebab itu, ilmu matematika harus dipelajari dan diajarkan juga sebagai ilmu seni. Bourne juga mengartikan matematika sebagai konstruktivisme sosial dengan ditekankan pada *knowing how*, yaitu pelajar dipandang sebagai makhluk yang aktif dalam membangun ilmu pengetahuan dengan cara berinteraksi dengan lingkungan.

Menurut Johnson dan Myklebust dalam Sundayana (2016:2), matematika adalah bahasa simbolis yang memiliki fungsi praktis untuk mengekspresikan hubungan-hubungan keruangan dan kuantitatif. Sedangkan fungsi teoritis matematika yaitu untuk memudahkan berpikir. Selain sebagai bahasa simbolis, matematika adalah ilmu yang kajian obyeknya bersifat abstrak. Hal ini selaras dengan pendapat H.W. Fowler bahwa hakikat matematika yaitu “*mathematics is the abstract science of space and number*” (Sundayana,2016:3). Matematika adalah ilmu abstrak

mengenai bilangan dan ruang. Matematika yang dipelajari di sekolah dikenal dengan istilah matematika sekolah.

Dalam matematika sekolah, terdapat empat obyek kajian yang dipelajari yaitu fakta, konsep, prinsip, dan prosedur (Fathani, 2012 : 59). Fakta merupakan sebarang permufakatan / kesepakatan / konvensi dalam matematika yang dilambangkan dengan suatu simbol atau notasi tertentu. Konsep adalah suatu ide (abstrak) yang dapat digunakan atau memungkinkan seseorang untuk menggolongkan atau mengelompokkan suatu obyek, dimana obyek tersebut termasuk konsep atau bukan konsep. Suatu konsep dalam matematika dipelajari melalui definisi. Prinsip merupakan hubungan antara beberapa obyek dasar matematika yang terdiri dari beberapa fakta, konsep dan dikaitkan dengan suatu operasi atau prosedur. Prinsip dapat berupa teorema atau dalil, aksioma, sifat, dan lainnya yang dirumuskan secara logika dan dapat dibuktikan. Sedangkan prosedur merupakan aturan pengerjaan yang digunakan untuk menyelesaikan tugas-tugas matematika dari satu atau lebih elemen yang diketahui untuk memperoleh hasil akhir atau kesimpulan yang tunggal. Obyek kajian tersebut terdapat dalam setiap materi matematika yang diajarkan di sekolah.

Obyek kajian matematika yang abstrak tersebut membawa kesulitan tersendiri yang harus dihadapi oleh peserta didik dalam mempelajari matematika. Oleh karenanya, sampai saat ini masih banyak siswa yang menganggap bahwa matematika merupakan mata pelajaran

yang sulit, tidak menyenangkan, bahkan menjadi suatu momok yang menakutkan (Utami dkk, 2018:165). Namun, Marti dalam Sundayana (2016:2) mengemukakan bahwa meskipun matematika dianggap mempunyai tingkat kesulitan yang cukup tinggi, setiap orang tetap harus mempelajarinya, karena ilmu matematika merupakan sarana untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dikatakan bahwa matematika merupakan ilmu pengetahuan yang memiliki pola pikir deduktif, dan erat kaitannya dengan seni, bahasa simbol dan digunakan sebagai alat bantu dalam memecahkan permasalahan kehidupan.

Berdasarkan definisi dari modul dan matematika di atas, maka yang dimaksud dengan modul matematika pada penelitian ini adalah sebuah bahan ajar mata pelajaran matematika yang terdiri atas suatu rangkaian kegiatan belajar yang disusun secara sistematis sesuai dengan keadaan siswa yang digunakan untuk menciptakan proses belajar mandiri sehingga dapat membantu siswa dalam mencapai tujuan-tujuan pembelajarannya.

2. Pengembangan Modul Matematika

Pengembangan secara umum memiliki arti perubahan secara perlahan (evolusi), pertumbuhan, dan perubahan secara bertahap. Tumbuh merupakan proses yang berarti terus menerus berkembang menuju kesempurnaan, sedangkan berubah berarti menjadi tidak seperti semula, artinya diharapkan dapat berubah menjadi yang lebih baik dan sempurna.

Karena fokus pembahasan disini adalah pendidikan maka diharapkan pendidikan akan sempurna dan menjadi ideal melalui tahapan-tahapan atau proses tertentu, perencanaan yang matang, manifestasi dari perencanaan tersebut, dan evaluasi dari setiap program yang telah dilaksanakan (Setyosari, 2010:197).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2002, pengembangan adalah suatu kegiatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang memiliki tujuan memanfaatkan kaidah dan teori ilmu pengetahuan yang telah terbukti kebenarannya untuk meningkatkan manfaat, fungsi, dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada, atau menghasilkan teknologi baru (Mardiah, 2018:17). Menurut Seels & Richey yang dikutip Sumarno (2012:6), pengembangan merupakan proses menterjemahkan atau menjabarkan spesifikasi rancangan kedalam bentuk fitur fisik. Pengembangan secara khusus berarti proses menghasilkan bahan-bahan pembelajaran.

Pada penelitian ini, pengembangan yang dilakukan yaitu pengembangan dalam bidang pendidikan. Di dalam melaksanakan suatu kegiatan pengembangan maka dilakukan suatu proses penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan merupakan penelitian yang difokuskan untuk menghasilkan produk, proses, dan desain. Dalam bidang pendidikan dan pembelajaran khususnya, penelitian pengembangan memfokuskan kajiannya pada bidang rancangan atau desain, berupa desain model pembelajaran dan desain bahan ajar maupun produk seperti media

pembelajaran. Penelitian pengembangan tersebut sering dikenal dengan istilah *Research and Development* (R&D). Di dalam dunia pendidikan, penelitian pengembangan merupakan jenis penelitian yang cukup baru (Setyosari, 2012:214).

Salah satu upaya yang bisa dilakukan pendidik untuk mengurangi kejenuhan siswa dalam belajar adalah mengembangkan salah satu bahan ajar seperti modul. Pengembangan modul merupakan penyusunan bahan ajar berupa modul melalui kegiatan yang terstruktur berdasarkan langkah penyusunan modul. Pengembangan modul dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan bahan ajar yang bisa menciptakan proses pembelajaran yang terpusat pada peserta didik, sehingga dapat melakukan kegiatan belajar secara mandiri baik melalui bimbingan atau tanpa bimbingan pendidik. Menurut Purwanto, dkk (2007:16) dalam pengembangan modul terdapat langkah yang harus dilakukan diantaranya yaitu: tahap perencanaan, tahap penulisan, tahap review, uji coba dan revisi, finalisasi dan pencetakan. Pengembangan bahan ajar modul sangat penting dilakukan guru untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pembelajaran. Adanya modul yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan tujuan pembelajaran, maka tingkat pemahaman peserta didik terhadap pelajaran akan meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, maka yang dimaksud dengan pengembangan modul matematika dalam penelitian ini adalah penyusunan bahan ajar mata pelajaran matematika berupa modul matematika melalui kegiatan yang terstruktur dan dilakukan secara terencana, sadar, dan terarah

dengan tujuan untuk menciptakan proses kegiatan pembelajaran yang terpusat pada siswa dimana siswa dapat melakukan kegiatan belajar mandiri melalui bimbingan atau tanpa bimbingan guru, sehingga menjadi produk yang dapat bermanfaat guna meningkatkan kualitas pembelajaran sebagai upaya dalam menciptakan mutu pendidikan yang lebih baik.

3. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM)

Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) adalah sebuah pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengombinasikan sains, teknologi, teknik, matematika, dan seni dalam kegiatan pembelajaran. Buiniconro (2018) mendefinisikan STEAM sebagai integrasi disiplin ilmu seni ke dalam kurikulum dan pembelajaran pada wilayah sains, teknologi, teknik dan matematika yang telah dikenal sebelumnya sebagai (STEM). Menurut G. Yakman (2012), keseluruhan proses yang terjadi dalam suatu pembelajaran menjadi satu kesatuan yang terintegrasi. STEAM merupakan metadisiplin ilmu yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni dan matematika menjadi sebuah pendekatan terpadu yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran di sekolah.

Pendekatan STEAM dapat memberikan kontribusi kepada peserta didik dikarenakan proses pembelajarannya mengutamakan pengalaman belajar untuk membangun pemahaman dan kreativitas siswa, yang digunakan dalam program pendidikan di Korea dan 17 negara lainnya

(Hadinugrahaningsih, dkk, 2017:9). Pendekatan STEAM terbukti efektif dan hasilnya signifikan terhadap peningkatan kualitas pendidikan, ekonomi, industri dan kesejahteraan masyarakatnya. Adapun ciri pendekatan STEAM berdasarkan definisi yang dijabarkan oleh Torlakson dalam Hasanah (2019:17) yakni:

- a. Sains yang mewakili pengetahuan tentang konsep-konsep dan hukum-hukum yang berlaku di alam.
- b. Teknologi adalah sebuah sistem atau keterampilan yang digunakan dalam mengatur masyarakat dan organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan alat buatan yang dapat memperlancar pekerjaan.
- c. *Engineering*/rekayasa adalah pengetahuan untuk mendesain atau mengoperasikan sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah.
- d. *Arts*/seni yang meliputi estetika, sosiologi, psikologi, ergonomi, filsafat dan pendidikan. Untuk lebih khususnya seni dapat berupa seni berbahasa, seni bersosialisasi, seni gerak/fisik, dan seni murni.
- e. Matematika merupakan ilmu yang menghubungkan antara besaran, ruang dan angka yang membutuhkan argumen logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris dan nyata.

Seluruh aspek ini dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dengan pendekatan STEAM dapat membangun kemampuan kognitif siswa melalui pembelajaran yang bermakna, menumbuhkan kreativitas siswa dan

dapat merangsang munculnya *soft skill* siswa seperti kolaborasi dan kerjasama dalam kelompok kerja dan mengkritisi fenomena sekitar.

Pembelajaran menggunakan pendekatan STEAM merupakan pembelajaran kontekstual (Yakman, 2012), dimana siswa akan diarahkan untuk memahami fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar dirinya. Pendekatan STEAM ini mengarahkan siswa agar memiliki keterampilan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, dan keterampilan kolaborasi (Messier, 2015). Pendekatan STEAM akan mengupayakan siswa agar mampu membangun pemahaman sendiri dari proses pembelajaran dengan mengintegrasikan beberapa bidang ilmu dalam kehidupan nyata. STEAM juga mengeksplorasi kemampuan peserta didik dengan menggunakan teknologi yang terkait dan dipilih oleh siswa atau digemari yang dikomunikasikan dengan cara yang menarik seperti seni. Dalam hal ini, siswa belajar menemukan dan mencari konsep yang sedang dipelajari secara mandiri, baik individu maupun kelompok.

STEAM sebagai sebuah pendekatan pembelajaran merupakan sarana bagi peserta didik untuk menciptakan gagasan/ide berbasis sains dan teknologi melalui kegiatan berpikir dan bereksplorasi dalam memecahkan masalah berdasarkan ilmu yang terintegrasi pada lima disiplin ilmu. Jika pemecahan masalah dilakukan berdasarkan beberapa disiplin ilmu, maka akan menciptakan sebuah solusi yang tepat, tidak hanya berupa pemecahan masalah matematik namun berdasarkan konsep yang berhubungan dengan disiplin ilmu lainnya sehingga pemecahan masalah akan menjadi sangat

efektif, efisien dan menarik (Nurhikmayati, 2019 : 42). Hal ini sejalan dengan pendapat Buiniconro (2018) yang menyatakan bahwa integrasi pada STEAM dapat menciptakan kesempatan baru kepada peserta didik untuk dapat melakukan proses pembelajaran desain secara langsung dan menghasilkan produk dengan kemampuan pemecahan masalah dan kreativitas yang baik. Kemampuan berpikir dan kreativitas menjadi dua aspek penting yang harus ada dalam diri peserta didik guna menghadapi era globalisasi yang semakin tinggi.

Pendekatan STEAM ini memiliki beberapa keunggulan dalam proses pelaksanaannya sebagaimana dikemukakan oleh Hadinugrahaningsih, dkk (2017:21), antara lain:

- a. Pendekatan STEAM ini menunjukkan hasil yang baik dan positif dalam pengetahuan sains siswa.
- b. Pendekatan STEAM ini mampu mengajarkan siswa untuk berpikir menyelesaikan masalah secara kreatif, aktif, dan inovatif.
- c. Melalui teknologi, peserta didik dapat mengkreasikan ide-idenya ke dalam teknologi terkini.
- d. Pendekatan STEAM dapat menjadi jembatan terhadap konsep yang abstrak secara matematis ke dalam sains, teknologi, teknik dan seni.
- e. Terintegrasinya seni/*art* ke dalam pembelajaran STEAM akan memupuk kreativitas siswa dalam menciptakan media belajar yang menyenangkan.
- f. Dengan pendekatan STEAM ini, siswa dapat mengaplikasikan hasil pembelajaran yang didapatkan ke dalam kehidupan nyata dan sehari-hari.

Dengan pendekatan STEAM diharapkan dapat membuat peserta didik lebih mudah dalam memahami konsep yang disampaikan dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, serta mampu menggali potensi yang ada pada dirinya. Dengan pembelajaran seperti ini, siswa akan merasa ingin belajar, ingin lebih tahu dan memahami apa yang sedang terjadi, penyebab-penyebabnya, dan dampak yang ditimbulkan serta berusaha untuk mengatasinya. Hal ini terjadi karena siswa dapat langsung menghubungkan, mengaitkan, dan bahkan dapat mencari solusi pada permasalahan yang sering muncul, sehingga dalam model pembelajaran ini siswa diarahkan untuk berpikir kritis.

Implementasi STEAM dalam pembelajaran adalah sebuah proses penerapan gagasan, ide, dan konsep yang terkandung dalam metadisiplin ilmu dalam suatu pembelajaran yang diharapkan mampu meningkatkan kemampuan baik dalam aspek psikomotor, afektif maupun kognitif peserta didik dalam menghadapi kemajuan zaman (Nurhikmayati, 2019:43). Implementasi STEAM dalam pembelajaran di sekolah sangat diperlukan untuk dilakukan pada berbagai mata pelajaran. Salah satu mata pelajaran yang dapat menerapkan STEAM sebagai sebuah pendekatan pembelajaran adalah pelajaran matematika.

Jadi yang dimaksud *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada penelitian ini adalah pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni,

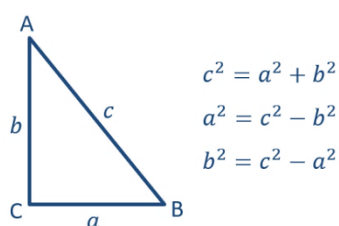
dan matematika dalam proses pembelajaran yang diimplementasikan dalam mata pelajaran matematika di sekolah.

4. Trigonometri

Trigonometri merupakan studi pola bermakna mengenai hubungan antara sudut dan sisi segitiga. Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yaitu *trigono* yang memiliki arti segitiga, dan *metri* yang berarti pengukuran (Susanto, dkk, 2021:96). Materi yang akan dimuat pada modul ini adalah perbandingan trigonometri yang ada dalam capaian pembelajaran fase E kelas X dan terdiri dari tiga subbab yaitu perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan. Berikut penjabaran dari isi atau substansi materi trigonometri dalam modul, antara lain :

a. Perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku

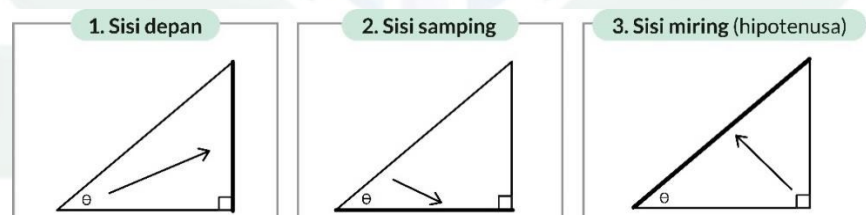
Sebelum memasuki pembahasan mengenai perbandingan trigonometri, terlebih dahulu mengingat tentang suatu teorema yang berlaku pada segitiga siku-siku yaitu teorema *pythagoras*. Teorema *Pythagoras* menyatakan bahwa kuadrat *hipotenusa* merupakan jumlah dari kuadrat dua sisi lainnya. Secara matematis, teorema *Pythagoras* dapat dinyatakan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Teorema *Pythagoras*

Selain itu, materi yang juga perlu diingat adalah perbandingan. Rasio atau nilai perbandingan yaitu nilai yang menerangkan keterkaitan antara dua hal atau dua bilangan. Dalam segitiga, konsep rasio perbandingan ini digunakan dalam konsep kesebangunan segitiga. Kedua materi tersebut yang akan digunakan sebagai dasar dalam mempelajari perbandingan trigonometri.

Secara sederhana perbandingan trigonometri adalah perbandingan nilai segitiga siku – siku yang istimewa dan berguna. Ketiga garis dalam segitiga siku – siku memiliki nama tertentu. Tiga nama untuk setiap sisi segitiga adalah sisi depan, sisi samping, dan sisi miring (*hipotenusa*).



Gambar 2.2 Jenis sisi segitiga

Sisi depan adalah sisi yang berada tepat di depan atau di seberang sudut θ . **Sisi samping** adalah sisi yang berada tepat di samping sudut θ . Dan **sisi miring** adalah sisi yang berada tepat di depan atau di seberang sudut siku-siku.

Ketika seorang matematikawan zaman dulu mempelajari segitiga, mereka menemukan pola nilai perbandingan (rasio) panjang sisi segitiga siku – siku. Hubungan perbandingan sudut (lancip) dan panjang sisi-sisi suatu segitiga siku-siku dinyatakan dalam definisi berikut ini (Sinaga, dkk, 2017:132).

- (1) *Sinus* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di depan sudut dengan sisi miring segitiga, ditulis :

$$\sin \theta = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi miring}}$$

- (2) *Cosinus* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di samping sudut dengan sisi miring segitiga, ditulis :

$$\cos \theta = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi miring}}$$

- (3) *Tangen* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di depan sudut dengan sisi di samping sudut, ditulis :

$$\tan \theta = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi samping}}$$

- (4) *Cosecan* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi miring segitiga dengan sisi di depan sudut, ditulis :

$$\operatorname{cosec} \theta = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi depan}} \text{ atau } \operatorname{cosec} \theta = \frac{1}{\sin \theta}$$

- (5) *Secan* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi miring segitiga dengan sisi di samping sudut, ditulis :

$$\sec \theta = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi samping}} \text{ atau } \sec \theta = \frac{1}{\cos \theta}$$

- (6) *Cotangen* θ didefinisikan sebagai perbandingan sisi di samping sudut dengan sisi di depan sudut, ditulis :

$$\operatorname{cotan} \theta = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi depan}} \text{ atau } \cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$$

Dalam perbandingan trigonometri ini dikenal suatu sudut yang disebut sudut istimewa. Sudut istimewa adalah sudut – sudut yang nilai perbandingannya dapat ditentukan secara eksak. Nilai sudut istimewa ini sangat berguna dalam ilmu lain selain matematika, khususnya banyak digunakan pada pelajaran Fisika.

Tabel 2.2
Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut Istimewa

Perbandingan Trigonometri	Sudut (θ)				
	0°	30°	45°	60°	90°
Sin θ	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
Cos θ	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Tangen θ	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	~
Cosec θ	~	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	1
Sec θ	1	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	2	~
Cotan θ	~	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0

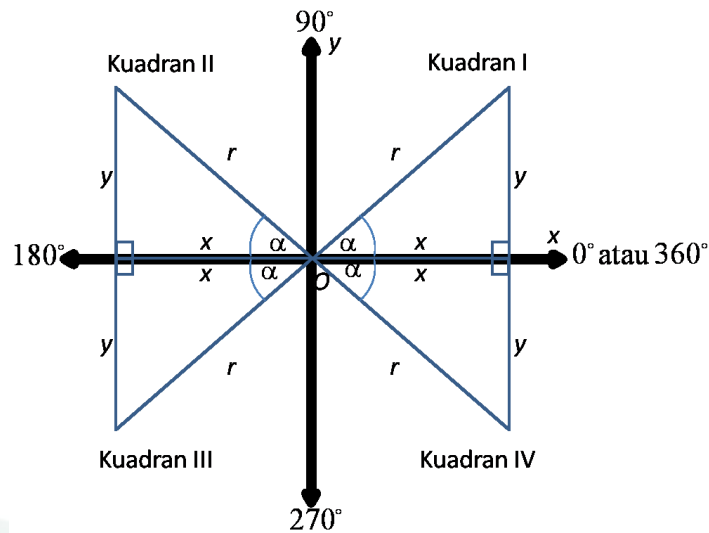
b. Perbandingan trigonometri sudut berelasi

(1) Perbandingan trigonometri pada bidang koordinat (kuadran)

Misalkan O (0,0) adalah titik asal, dimana letak perpotongan antara sumbu x (*horizontal*) dan sumbu y (*vertical*) yang menjadi titik sudut α . Sedangkan sumbu koordinat menjadi pembagi dari bidang koordinat yang membentuk empat daerah yang disebut

kuadran, sehingga diperoleh daerah kuadran I, II, III dan IV.

Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Bidang koordinat dan kuadran

Pada gambar tersebut diperlihatkan bahwa masing-masing kuadran memiliki daerah dengan nilai sumbu x dan sumbu y masing-masing sebagai berikut.

- (a) Kuadran I, menduduki sumbu x positif dan sumbu y positif.
- (b) Kuadran II, menduduki sumbu x negatif dan sumbu y positif.
- (c) Kuadran III, menduduki sumbu x negatif dan sumbu y negatif.
- (d) Kuadran IV, menduduki sumbu x positif dan sumbu y negatif.

Jika α adalah sudutnya, x adalah panjang sisi samping, y adalah panjang sisi depan dan r adalah panjang sisi miring (*hipotenusa*) yang selalu positif, maka akan diperoleh nilai perbandingan trigonometri sebagai berikut.

(a) Kuadran I

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}, \cos \alpha = \frac{x}{r}, \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

(b) Kuadran II

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}, \cos \alpha = \frac{-x}{r}, \tan \alpha = \frac{y}{-x}$$

(c) Kuadran III

$$\sin \alpha = \frac{-y}{r}, \cos \alpha = \frac{-x}{r}, \tan \alpha = \frac{-y}{-x}$$

(d) Kuadran IV

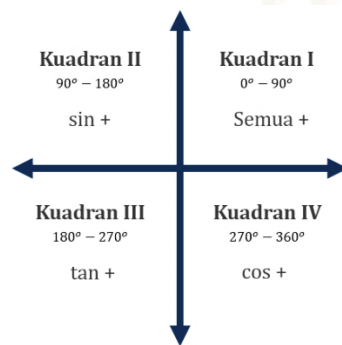
$$\sin \alpha = \frac{-y}{r}, \cos \alpha = \frac{x}{r}, \tan \alpha = \frac{-y}{x}$$

Dari uraian di atas, dapat diringkas kedalam tabel berikut.

Tabel 2.3
Nilai Perbandingan Trigonometri Pada Kuadran

Perbandingan Trigonometri	Tanda di Kuadran			
	I	II	III	IV
Sin θ	+	+	-	-
Cos θ	+	-	-	+
Tangen θ	+	-	+	-
Cosec θ	+	+	-	-
Sec θ	+	-	-	+
Cotan θ	+	-	+	-

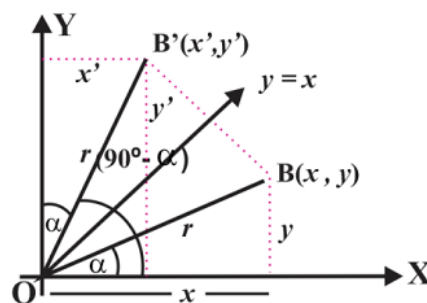
Untuk memudahkan dalam menghafal, nilai perbandingan trigonometri pada keempat kuadran tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.4 Nilai perbandingan trigonometri pada kuadran

(2) Perbandingan trigonometri sudut berelasi

(a) Perbandingan trigonometri di Kuadran I



Gambar 2.5 Sudut $(90^\circ - \alpha)$ di kuadran I

Misalkan titik $B(x, y)$ dicerminkan terhadap garis $y = x$, maka bayangan $B(x, y)$ adalah $B'(x', y')$ dengan $x' = y$ dan $y' = x$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 90^\circ - \alpha$, dimana sudut tersebut adalah sudut penyiku dari $\angle YO B'$ atau sudut α . Sehingga nilai

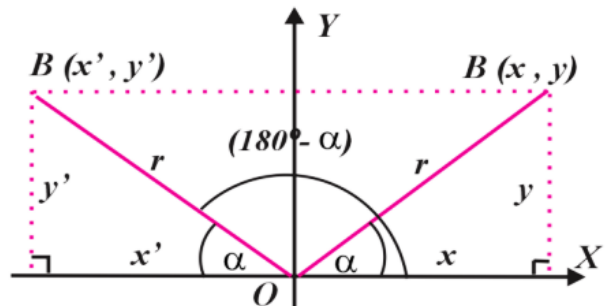
perbandingan trigonometri untuk sudut $(90^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin (90^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\cos (90^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\tan (90^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{x}{y} = \cot \alpha$$

(b) Perbandingan trigonometri di Kuadran II



Gambar 2.6 Sudut $(180^\circ - \alpha)$ di kuadran II

Misalkan titik $B(x, y)$ dicerminkan terhadap sumbu y , maka bayangan $B(x, y)$ adalah $B'(x', y')$ dengan $x' = -x$ dan $y' = y$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 180^\circ - \alpha$, yang mana sudut tersebut merupakan sudut pelurus dari sudut α . Sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(180^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin (180^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\cos (180^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan (180^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{y}{-x} = -\tan \alpha$$

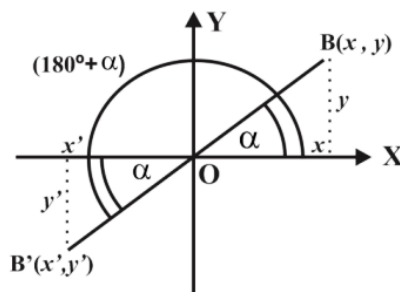
Selain $(180^\circ - \alpha)$, sudut di kuadran II bisa juga dinyatakan dengan $(90^\circ + \alpha)$, sebagai berikut.

$$\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$$

$$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$$

$$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$$

(c) Perbandingan trigonometri di Kuadran III



Gambar 2.7 Sudut $(180^\circ + \alpha)$ di kuadran III

Misalkan titik $B(x, y)$ dicerminkan terhadap titik asal, maka bayangan $B(x, y)$ adalah $B'(x', y')$ dengan $x' = -x$ dan $y' = -y$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 180^\circ + \alpha$, sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(180^\circ + \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin(180^\circ + \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos(180^\circ + \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan(180^\circ + \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{-y}{-x} = \tan \alpha$$

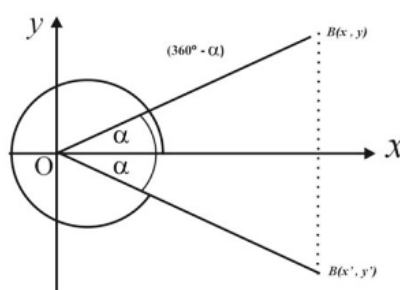
Selain $(180^\circ + \alpha)$, sudut di kuadran III juga bisa dinyatakan dengan $(270^\circ - \alpha)$, sebagai berikut.

$$\sin (270^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$$

$$\cos (270^\circ - \alpha) = -\sin \alpha$$

$$\tan (270^\circ - \alpha) = \cot \alpha$$

(d) Perbandingan trigonometri di Kuadran IV



Gambar 2.8 Sudut $(360^\circ - \alpha)$ di kuadran IV

Misalkan titik $B(x, y)$ dicerminkan terhadap sumbu x , maka bayangan $B(x, y)$ adalah $B'(x', y')$ dengan $x' = x$ dan $y' = -y$.

Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 360^\circ - \alpha$, sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(360^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin (360^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos (360^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\tan (360^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha$$

Selain ($360^\circ - \alpha$), sudut di kuadran IV juga bisa dinyatakan dengan ($270^\circ + \alpha$), sebagai berikut.

$$\sin (270^\circ + \alpha) = - \cos \alpha$$

$$\cos (270^\circ + \alpha) = \sin \alpha$$

$$\tan (270^\circ + \alpha) = - \cot \alpha$$

(Miyanto dan Astuti, 2013 : 31-32)

c. Aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan

Dalam kehidupan sehari-hari, terdapat banyak sekali pemanfaatan dari perbandingan trigonometri ini. Aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan salah satunya sebagai berikut.

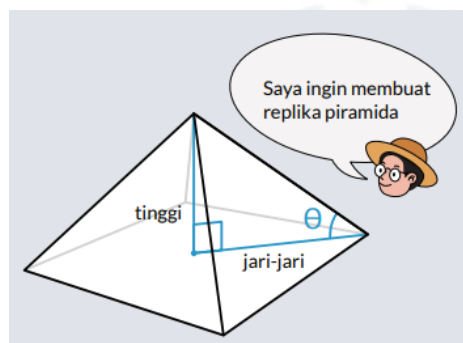
(1) Perbandingan trigonometri di piramida

Piramida adalah bangunan menakjubkan yang dibangun sekitar 4.500 tahun silam. Bayangkan seberapa banyak pekerja dan persipan yang dibutuhkan untuk membuat bangunan seperti ini, tanpa adanya alat canggih seperti zaman sekarang.



Gambar 2.9 Piramida di Mesir

Jika digambar sederhana, ukuran piramida ditentukan oleh besaran sudut, panjang jari – jari, dan tinggi. Segitiga yang ada pada gambar di bawah ini adalah segitiga siku-siku pada Piramida Giza sebagai piramida yang tertua dan terbesar di dunia (Susanto, dkk, 2021: 111).



Gambar 2.10 Replika piramida

Tinggi piramida Giza mencapai 139 meter dan sudut kemiringan sisi tegaknya sebesar 41° . Dari informasi tersebut dapat diketahui panjang sisi tegak piramida, luas dan keliling alas piramida. Panjang sisi tegak piramida dapat diketahui melalui penggunaan perbandingan trigonometri *sinus* θ . Sedangkan untuk mencari luas alas dari piramida bisa menggunakan perbandingan trigonometri *cosinus* θ atau *tangen* θ dan penerapan teorema *pythagoras*.

(2) Penentuan arah kiblat

Pada umumnya orang Indonesia mengetahui bahwa arah kiblat yaitu menghadap lurus ke barat, karena Indonesia adalah negara yang berada di timur Mekah. Padahal tidak selalu demikian, arah kiblat tidak dapat ditentukan hanya dengan melihat peta saja,

kemudian ditarik garis lurus ke arah Mekah. Mengapa ? Hal ini karena bumi berbentuk bulat, sementara peta adalah proyeksi bumi yang datar. Dengan demikian akan terdapat pergeseran jika kita menarik garis lurus di atas peta kemudian digunakan di bumi. Agar dapat mengetahui arah kiblat dengan benar dan tepat, para ilmuwan Muslim kemudian mengembangkan perhitungan ilmu trigonometri. Dalam skripsi Ria Dhotul Liana (2018), dengan mengetahui posisi bujur dan lintang suatu lokasi, maka kita dapat mengetahui arah kiblat dengan rumus berikut:

$$\cot B = \frac{\cot b \cdot \sin a}{\sin C} - \cos a \cot C$$

Dimana :

$a = 90^\circ$ – garis lintang dimana kamu berada

$b = 90^\circ$ – garis lintang kota Mekkah ($21^\circ 25' \text{LU}$)

$C =$ garis bujur dimana kamu berada – garis bujur kota Mekkah ($39^\circ 50' \text{BT}$)

Nilai B yang diperoleh dapat digunakan untuk menunjukkan arah kiblat.

Selain kedua penerapan trigonometri yang dijelaskan diatas, masih banyak aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan, seperti dalam dunia penerbangan, pengukuran kelandaian tanah (*teodolit*), penentuan tinggi suatu bangunan dan lainnya.

5. Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA/ sederajat

Pengembangan suatu pembelajaran didasari oleh adanya sebuah kesadaran pendidik akan pentingnya pendidikan yang berkualitas bagi peserta didik. Agar dapat meningkatkan mutu pendidikan, salah satunya dapat dilakukan dengan pengembangan modul ajar yang diterapkan oleh pendidik. Penelitian yang akan dilakukan ini dapat digolongkan sebagai penelitian pengembangan, yang bertujuan untuk menghasilkan modul matematika dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa modul bioteknologi berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) yang dilengkapi animasi *flash* memiliki kategori sangat valid, praktis, dan dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran (Hasanah, 2019). Berdasarkan hal tersebut, bahan ajar pendukung yang tepat untuk dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik pada zaman era digital ini adalah modul pembelajaran dengan pendekatan sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika atau STEAM. Hal ini bertujuan agar pembelajaran dapat dilakukan dimana saja dan kapanpun. Pembelajaran yang berkaitan dengan aspek-aspek STEAM akan membantu peserta didik dalam mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi dan mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya

(Hasanah, 2019:18). Pendidikan berbasis STEAM akan membentuk sumber daya manusia yang dapat bernalar dan berpikir logis, kritis, dan sistematis, sehingga nantinya mampu menghadapi tantangan global. STEAM mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman mengenai ketatnya persaingan bekerja di dunia *riil* pada masa revolusi industri sebagaimana saat ini dan masa yang akan datang.

Penerapan modul dengan pendekatan STEAM pada pembelajaran matematika khususnya materi trigonometri diharapkan dapat meningkatkan keefektifan pembelajaran. Selain hal itu, dalam penerapan pembelajaran tersebut diharapkan mampu mewujudkan pembelajaran di kelas lebih efektif, praktis, dan layak. Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat pada penelitian ini adalah pengembangan sebuah modul pembelajaran matematika yang membahas tentang pokok bahasan trigonometri melalui kegiatan yang terstruktur dengan tujuan untuk menciptakan proses pembelajaran yang terpusat pada siswa dimana siswa dapat melakukan kegiatan belajar mandiri melalui pendekatan STEAM yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, seni dan matematika dalam menyelesaikan masalah kehidupan nyata untuk membangun pemahaman secara mandiri dari proses pembelajaran bermakna.

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

1. Model Penelitian dan Pengembangan

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2017:407). Peneliti mengambil jenis penelitian pengembangan ini karena penelitian ini digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat.

Dalam Sugiyono (2016: 40 – 50) dijelaskan bahwa penelitian dan pengembangan terbagi menjadi 4 level, yaitu :

1) Penelitian dan pengembangan pada level 1

Penelitian dan pengembangan level ini adalah penelitian pengembangan yang paling bawah tingkatannya. Peneliti melakukan suatu penelitian untuk menghasilkan rancangan produk dan menguji validitasnya, tetapi tidak berlanjut dengan uji keefektifannya. Pada level ini penelitian dilakukan untuk mengkaji suatu masalah dan penyebabnya, mengkaji literatur terbaru yang relevan dalam mengatasi masalah, mengumpulkan informasi untuk menghasilkan rancangan sebuah produk serta melakukan

uji validasi produk secara internal. Penelitian ini menghasilkan data yang valid, *up to date*, *reliable*, *obyektif*, dan lengkap, yang selanjutnya digunakan untuk membuat rancangan suatu produk. Contohnya yaitu penelitian menghasilkan rancangan buku ajar, sistem evaluasi, rancangan model pembelajaran, rancangan mobil dengan bahan bakar sinar matahari, dan sebagainya. Dalam hal ini penelitian bisa menggunakan metode kuantitatif, metode kualitatif, atau kombinasi keduanya.

2) Penelitian dan pengembangan pada level 2

Penelitian dan pengembangan pada level 2 merupakan penelitian dimana peneliti tidak memerlukan penelitian pendahuluan, melainkan langsung menguji produk yang pernah ada. Penelitian pendahuluan tersebut meliputi kegiatan menggali masalah penelitian dan mencari penyebabnya, mengkaji literatur terbaru yang relevan, membuat prototipe produk, serta melakukan uji validasi produk sehingga menghasilkan produk yang valid dilakukan oleh orang atau peneliti lain. Dalam hal ini peneliti diharuskan meminta ijin kepada peneliti sebelumnya. Ada beberapa kemungkinan mengapa penelitian ini tidak sampai pada uji keefektifan produk, antara lain:

- (1) peneliti sebelumnya memiliki keterbatasan biaya, waktu, dan peralatan,
- (2) kemungkinan kontrak dengan sponsor hanya sampai pada tahap kevalidan produk dan uji keefektifan produk diserahkan kepada orang lain,
- (3) kemungkinan uji keefektifan harus melibatkan banyak personil, sehingga peneliti butuh waktu untuk menyusun timnya.

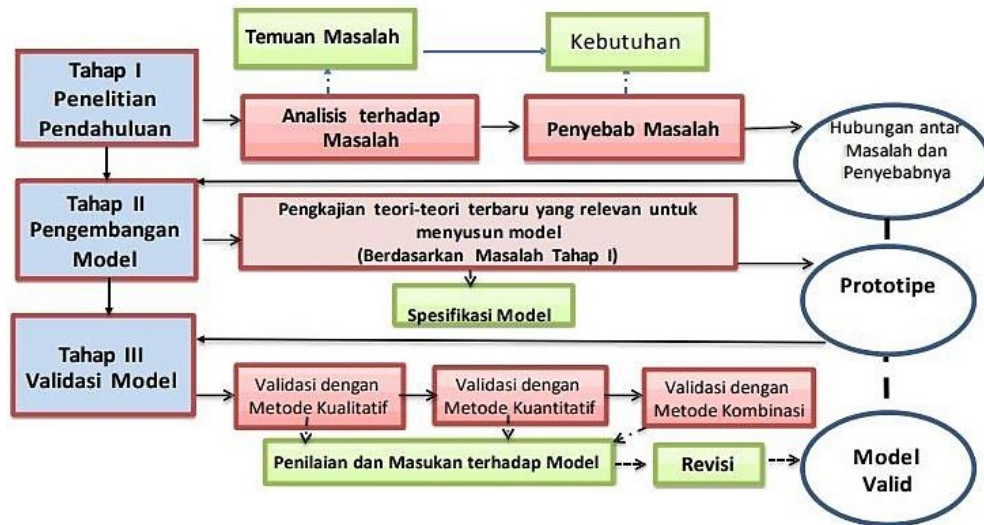
3) Penelitian dan pengembangan pada level 3

Pada penelitian dan pengembangan level 3 ini, peneliti melakukan penelitian untuk mengembangkan (merevisi) produk yang telah ada sebelumnya, membuat produk revisi dan menguji keefektifan produk tersebut. Hal ini dapat dilihat dari namanya, dimana penelitian dan pengembangan itu dapat untuk mengembangkan yang telah ada, baik dari bentuk fisik maupun fungsinya.

4) Penelitian dan pengembangan pada level 4

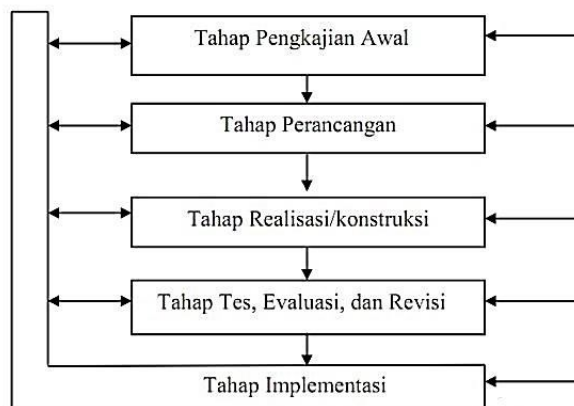
Pada level ini peneliti melakukan penelitian untuk menciptakan produk baru hingga menguji keefektifan produk pengembangan tersebut.

Dalam penelitian pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat ini, peneliti menerapkan penelitian dan pengembangan level 1. Hal ini dikarenakan tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk bahan ajar yang dapat digunakan sebagai penunjang guru dan peserta didik dalam pembelajaran yang valid berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, tanpa adanya pengujian terhadap keefektifan dari produk yang dihasilkan. Adapun alasan mengapa penelitian ini tidak sampai pada uji keefektifan produk atau hanya berfokus pada penelitian dan pengembangan level 1, karena peneliti memiliki keterbatasan waktu dan biaya. Adapun langkah penelitian yang akan dilakukan sebagaimana dijelaskan dengan gambar berikut ini.



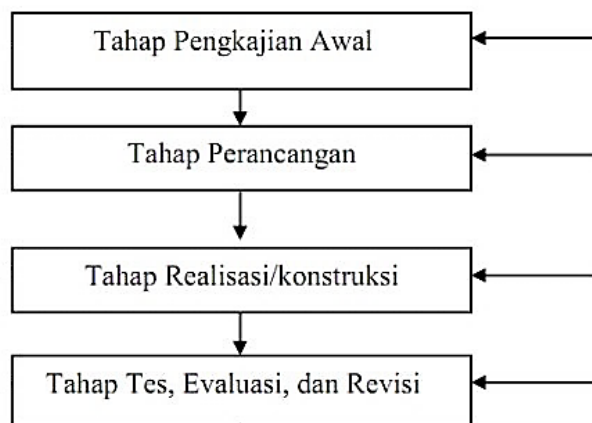
Gambar 3.1
Prosedur penelitian dan pengembangan level 1

Model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah model Plomp. Model ini dipilih dikarenakan langkah-langkahnya yang lebih sistematis dan mudah untuk diterapkan. Model pengembangan pembelajaran model Plomp terdapat 5 fase, antara lain: (1) fase investigasi awal, (2) fase desain/perancangan, (3) fase realisasi/ konstruksi, (4) fase tes, evaluasi, dan revisi, dan (5) fase implementasi. Secara umum, model pengembangan Plomp ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3.2
Tahapan model Plomp

Pada penelitian pengembangan ini, peneliti melakukan modifikasi terhadap model pengembangan Plomp menjadi 4 fase, antara lain : fase investigasi/pengkajian awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi, tanpa melalui fase terakhir yaitu fase implementasi. Fase implementasi merupakan pengertian dari penerapan solusi yang dikembangkan sebagai pemecahan masalah dalam penelitian ini tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang orientasinya hanya berfokus menghasilkan produk sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Untuk mencapai kriteria valid pada produk hasil pengembangan, dapat dilakukan dengan evaluasi dari ahli, dan revisi produk dari saran para ahli. Selain itu, penelitian pengembangan ini tidak bertujuan membuat generalisasi sehingga fase implementasi tidak dilakukan. Secara ringkas, berikut gambaran langkah-langkah model Plomp yang akan digunakan sebagai dasar dari pengembangan ini.



Gambar 3.3
Tahapan model penelitian (modifikasi model Plomp)

Berikut uraian 4 fase pengembangan hasil modifikasi model Plomp sebagaimana yang terdapat dalam Hobri (2009: 24), yaitu:

1) Fase investigasi awal

Pada fase ini kegiatan yang dilakukan terfokus pada pengumpulan dan analisis informasi, mendefinisikan masalah dan merencanakan solusi yang akan dilakukan. Kegiatan pada tahap ini meliputi identifikasi informasi, analisis informasi yang diperoleh, mengkaji teori, membatasi masalah, dan merencanakan kegiatan selanjutnya.

2) Fase desain

Tahapan ini dikenal dengan istilah membuat rancangan. Kegiatan yang dilakukan lebih berfokus pada pengolahan hasil yang telah diperoleh pada tahap investigasi awal, kemudian merancang solusinya. Hasil pada fase ini berupa dokumen desain, yang meliputi proses sistematis dimana masalah lengkap dari fase sebelumnya dibagi atas bagian-bagian masalah dan diterapkan bagian-bagian solusinya. Kemudian dihubungkan menjadi suatu struktur yang lengkap.

3) Fase realisasi/konstruksi

Fase ini merupakan salah satu tahap produksi setelah fase desain. Pada fase ini dihasilkan produk pengembangan berdasarkan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Produknya dapat berupa modul pembelajaran, perangkat pembelajaran, LKS, RPP buku siswa, buku guru atau instrumen penelitian.

4) Fase tes, evaluasi dan revisi

Fase ini mempertimbangkan kualitas solusi yang telah dikembangkan dan dibuat kesimpulan yang berkelanjutan berdasarkan pada hasil pertimbangan. Evaluasi adalah proses mengumpulkan, memproses, dan menganalisis informasi secara sistematis untuk menilai solusi yang telah diciptakan. Fase evaluasi ini dapat dikatakan dapat menentukan terpenuhi atau tidak spesifikasi desain yang telah dibuat. Selanjutnya direvisi, kemudian kembali pada kegiatan merancang dan seterusnya. Siklus yang terjadi ini merupakan siklus umpan balik dan berhenti setelah memperoleh solusi yang diinginkan.

2. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

1. Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dari pendahuluan, persiapan, pelaksanaan, dan penulisan. Tahap-tahapan tersebut akan diuraikan secara rinci di bawah ini:

a. Tahap Perencanaan

Pada tahapan ini, peneliti merencanakan proses penelitian kedepannya dengan membuat matriks penelitian dan menyusun indikator ketercapaian penelitian.

b. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan oleh peneliti, yaitu:

1) Membuat proposal penelitian.

- 2) Konsultasi proposal penelitian kepada dosen pembimbing.
- 3) Mengurus surat ijin penelitian untuk melaksanakan investigasi awal di sekolah.
- 4) Menyusun draft awal produk yang akan dikembangkan.
- 5) Konsultasi draft awal produk kepada dosen pembimbing.
- 6) Menyusun instrumen untuk uji validasi produk pengembangan.

c. Tahap Pelaksanaan

Pada tahapan ini, peneliti melakukan tindakan penelitian sesuai dengan prosedur pengembangan yang telah dirancang. Pada bagian ini peneliti akan melakukan langkah-langkah dalam membuat pengembangan modul pembelajaran matematika berbasis STEAM berdasarkan 4 tahapan modifikasi dari model pengembangan Plomp yaitu fase investigasi awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi. Tahap ini dimulai dari analisis kebutuhan dan kurikulum, perancangan desain modul yang akan dikembangkan, pengembangan modul, validasi ahli, revisi produk, hingga evaluasi sampai produk hasil pengembangan yang telah dilakukan dinyatakan valid dan dapat digunakan.

d. Tahap Penulisan

Pada tahap ini, peneliti mendeskripsikan hasil dari penelitian pengembangan berupa uraian proses pengembangan produk, detail produk, dan analisis data hasil kevalidan produk. Tahap penulisan dalam

penelitian ini, peneliti mengikuti kaidah dan aturan yang telah ditetapkan oleh buku pedoman penulisan karya tulis ilmiah UIN KHAS Jember.

2. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan adalah langkah-langkah prosedural yang dilakukan oleh peneliti dalam menyusun modul pembelajaran matematika. Bagian ini akan menjelaskan prosedur atau langkah-langkah peneliti dalam membuat pengembangan modul pembelajaran berbasis STEAM. Pengembangan modul ini mengikuti empat tahapan hasil modifikasi model pengembangan Plomp, yaitu sebagai berikut :

a. Fase investigasi awal

Kegiatan yang dilakukan pada tahap awal ini adalah menghimpun informasi dari keadaan yang terjadi di lapangan dan menganalisis masalah yang terjadi. Aktivitas yang dilakukan adalah analisis informasi dengan mengkaji penelitian terdahulu, analisis kebutuhan, dan analisis kurikulum dan materi. Langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Analisis kajian terdahulu

Kegiatan ini dilakukan dengan membaca referensi dari berbagai penelitian terdahulu baik berupa jurnal, artikel, tesis ataupun skripsi dan menganalisa apakah permasalahan yang sama juga tetap terjadi saat ini dan dilingkungan sekitar.

2) Analisis kebutuhan

Kegiatan ini dilakukan dengan melihat kemampuan-kemampuan para peserta didik melalui observasi secara langsung pada

saat pembelajaran di kelas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat masalah yang dialami dalam pembelajaran dan memerlukan suatu bahan ajar pendukung lainnya atau tidak. Selain itu, peneliti juga menyebarkan angket kebutuhan siswa untuk mengetahui seberapa diperlukannya bahan ajar pendukung bagi peserta didik. Peneliti juga mendokumentasikan nilai-nilai yang diperoleh peserta didik untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam memahami suatu materi.

Guru mata pelajaran matematika juga mengatakan pentingnya memiliki bahan ajar pendukung lain selain buku ajar. Hal tersebut bertujuan agar peserta didik tidak bosan dengan pembelajaran yang monoton dan diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar. Analisis kebutuhan ini juga dikumpulkan peneliti dari curhatan siswa yang mengikuti les pada peneliti dimana tidak sedikit dari mereka yang mengeluh kesulitan dalam mempelajari materi matematika, khususnya trigonometri.

3) Analisis kurikulum dan materi

Analisis kurikulum ini dilaksanakan untuk menentukan capaian pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pengembangan yang akan dilakukan. Kegiatan ini dilakukan dengan mengkaji kurikulum merdeka secara spesifik dengan memperhatikan capaian pembelajaran, alur dan tujuan pembelajaran yang diharapkan, serta materi yang harus dikuasai peserta didik.

b. Fase desain/ perancangan

Fase perancangan/desain dilakukan berdasarkan data yang didapatkan pada fase investigasi awal. Tahapan desain ini meliputi :

1) Menentukan garis besar dari materi yang akan dikembangkan.

Materi ditentukan berdasarkan analisis kurikulum dan kebutuhan siswa, kemudian mendeskripsikan pokok-pokok dari materi yang akan disusun tersebut agar sesuai dengan tingkat keluasan dan kedalaman kompetensi yang akan diajarkan pada siswa. Materi tersebut disusun sedemikian rupa berdasarkan pendekatan STEAM.

2) Merancang desain modul.

Menyusun rancangan desain modul dengan menetapkan unsur-unsur yang ada pada modul sebagai berikut :

(1) Bagian Pendahuluan, terdiri dari :

- (a) Cover.
- (b) Halaman identitas.
- (c) Kata pengantar.
- (d) Panduan menggunakan modul.
- (e) Halaman motivasi.
- (f) Daftar isi.

(2) Bagian Isi, terdiri dari :

- (a) Judul bab dan pendahuluan.
- (b) Capaian dan tujuan pembelajaran.
- (c) Petunjuk belajar.

- (d) Kata kunci.
 - (e) Peta konsep.
 - (f) Informasi pendukung (lab mini, jelajah IT, pojok seni, kreasi dan lainnya).
 - (g) Materi (*mathzone*).
 - (h) Petunjuk kerja atau lembar kerja proyek.
 - (i) Latihan-latihan.
 - (j) Evaluasi.
 - (k) Kunci jawaban.
- (3) Bagian Penutup, terdiri dari :
- (a) Glosarium
 - (b) Doa sebelum dan sesudah belajar.
 - (c) Daftar Pustaka.

3) Penyusunan desain instrumen validasi

Penyusunan instrumen validasi ini berfungsi sebagai alat ukur untuk mengukur produk hasil dari pengembangan yang dilakukan. Pada penelitian ini, lembar validasi terdiri dari tiga aspek yaitu materi, desain dan bahasa.

c. Fase realisasi/konstruksi

Fase ini adalah proses mewujudkan perihal yang telah disusun pada tahap desain yaitu prototipe penyelesaian masalah. Aktivitas yang dilakukan adalah menyusun dan mengetik secara keseluruhan materi dan rancangan yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses penyusunan modul

ini dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Office Word 2010* dan Canva. Setelah itu, tahap pengembangan modul ini dilakukan revisi, baik dari penulis atau dari dosen pembimbing. Setelah dosen pembimbing menyatakan modul layak untuk divalidasi, selanjutnya modul ini divalidasi oleh ahli materi, ahli bahasa dan ahli desain untuk mendapatkan validasi pada tahap evaluasi.

d. Fase tes, evaluasi dan revisi

Dalam tahap penelitian ini, fase keempat yang dilakukan adalah tahap evaluasi dan revisi. Tidak ada tahap tes dalam penelitian ini, karena penelitian pengembangan ini tidak dilakukan sampai tahap pengujian keefektifan produk. Tahap evaluasi dalam penelitian ini disebut evaluasi formatif, karena bertujuan untuk kebutuhan revisi. Evaluasi ini dilakukan dengan uji kevalidan terhadap produk yang dihasilkan. Tahap evaluasi dilakukan terhadap produk yang dihasilkan melalui para ahli yang menjadi validator. Kegiatan ini dilakukan dengan menguji validitas desain produk oleh ahli yang sudah ditentukan, serta mendapat masukan dan saran dari validator terhadap produk yang dikembangkan. Selanjutnya, data validasi yang diperoleh kemudian dianalisis dan dilakukan revisi. Revisi produk ini berdasarkan validasi ahli sebelum akhirnya menjadi produk yang valid. Modul yang telah direvisi dan dinyatakan layak berdasarkan validasi ahli desain, bahasa dan materi, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran

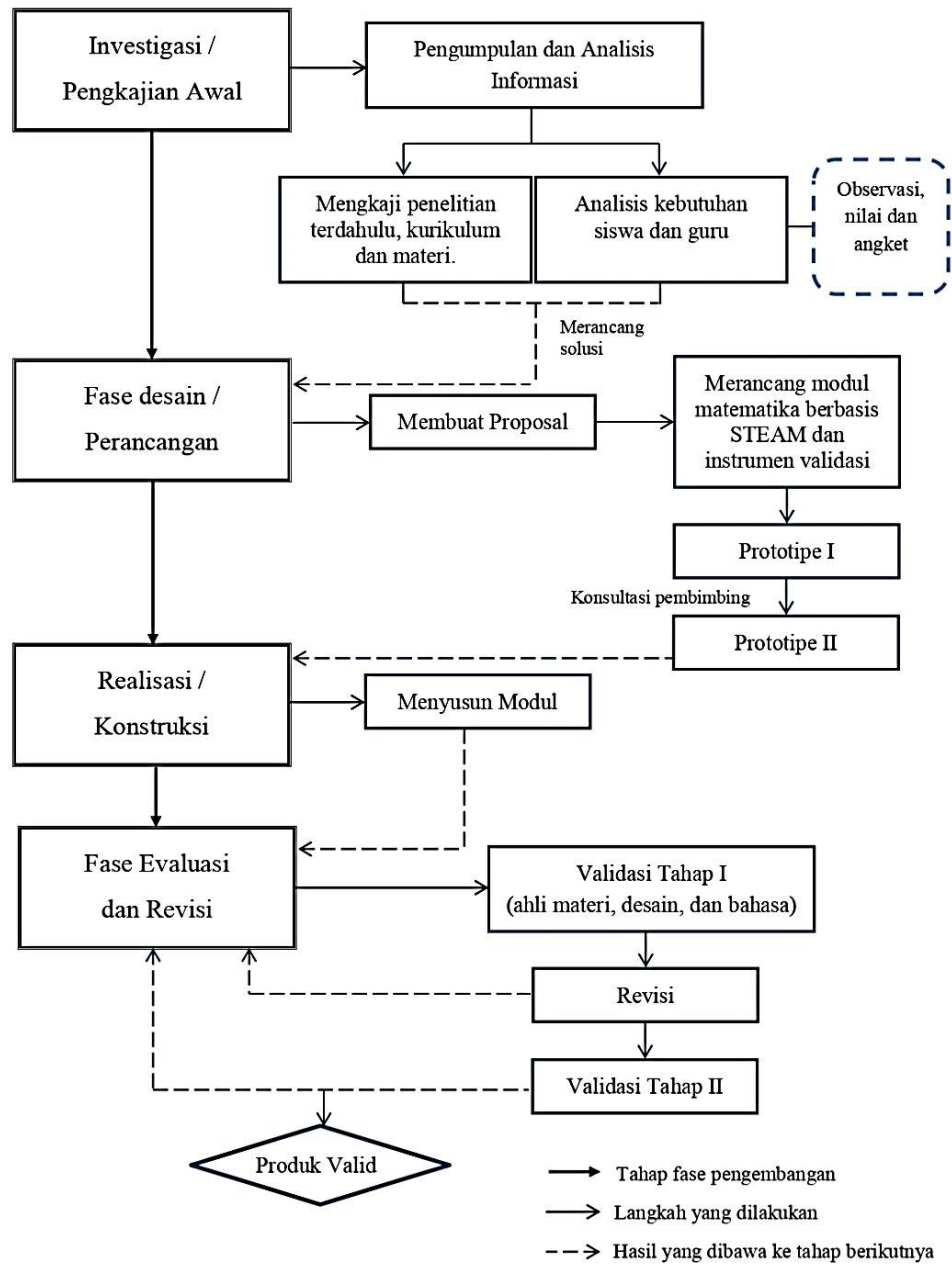
disekolah ataupun dilanjutkan dengan penelitian mengenai keefektifan dari produk tersebut.

3. Uji Coba Produk

Dalam penelitian ini, uji coba produk dimaksudkan untuk mengumpulkan data sebagai dasar untuk menetapkan kevalidan produk yang dikembangkan. Uji coba produk dilakukan melalui validasi ahli materi, desain dan bahasa, yang terdiri dari tiga dosen matematika untuk validasi tahap I dan tiga guru matematika tingkat SMA/ sederajat untuk validasi tahap II.

4. Desain Uji Coba

Produk penelitian berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat akan divalidasi oleh ahli materi, desain dan bahasa. Proses validasi produk ini dilakukan sebanyak 2 tahap, yaitu validasi tahap I dan validasi tahap II. Setelah dilakukan validasi tahap I, akan dilakukan revisi sesuai dengan komentar dan saran dari ketiga ahli tersebut. Kemudian akan dilakukan validasi tahap II untuk mengetahui produk yang dihasilkan sudah valid atau belum dan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Berikut ini desain alur penelitian dan pengembangan yang dilakukan, sebagai berikut :



Gambar 3.4
Desain alur penelitian dan pengembangan

1. Subjek Uji Coba

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa dan guru matematika kelas X MA Miftahul Ulum Suren, serta validator (ahli materi, desain, dan bahasa) yang terdiri dari tiga dosen matematika dan tiga guru SMA/ sederajat. Validator dalam penelitian ini berperan dalam memvalidasi produk (modul) yang telah dikembangkan. Guru matematika sebagai sumber data dalam analisis kebutuhan. Sedangkan siswa dalam penelitian ini berperan sebagai subjek yang menjadi sumber data dalam fase investigasi awal. Dalam hal ini, siswa memberikan data tentang analisis kebutuhan dari modul yang dikembangkan. Berikut kriteria-kriteria subjek dalam penelitian ini:

a. Dosen

Dalam proses validasi produk pengembangan ini, terdapat dua golongan validator yang berbeda. Validator tahap I yaitu dosen matematika, sebagai validator ahli materi, desain dan bahasa dengan kriteria lulusan pendidikan minimal S2. Kemudian ahli materi harus memenuhi kriteria memahami masing-masing indikator dan menguasai materi matematika sekolah. Ahli desain harus memenuhi kriteria memahami desain bahan ajar yang baik dan benar. Selanjutnya ahli bahasa adalah dosen matematika atau dosen lain yang memiliki keahlian dalam bidang bahasa Indonesia yang baik dan benar.

b. Guru

Pada validasi tahap II, validator yang melakukan yaitu guru matematika dengan kriteria minimal lulusan pendidikan S1 Pendidikan Matematika dan memahami tentang kurikulum merdeka. Selain itu, validator juga harus mengajar atau pernah mengajar di kelas X SMA/ sederajat. Ahli materi yaitu guru matematika yang memiliki pemahaman lebih dibidang kurikulum dan materi. Ahli desain yaitu guru matematika yang memiliki keahlian dibidang desain dan bahan ajar. Sedangkan ahli bahasa yaitu guru matematika yang memiliki kemampuan lebih dalam bidang bahasa.

Validasi tahap II ini dilakukan oleh guru untuk mengetahui modul yang dihasilkan telah sesuai dan dapat digunakan dalam pembelajaran di kelas atau tidak. Selain itu guru matematika di MA Miftahul Ulum Suren juga berperan sebagai sumber data dalam analisis kebutuhan.

c. Siswa

Siswa dalam penelitian ini berperan sebagai subjek yang menjadi sumber data dalam fase investigasi awal. Dalam hal ini, siswa memberikan data tentang analisis kebutuhan dari modul yang dikembangkan. Adapun pertimbangan peneliti memilih MA Miftahul Ulum Suren sebagai tempat investigasi awal penelitian adalah sekolah tersebut belum pernah dijadikan tempat penelitian pembelajaran matematika berupa modul berbasis pendekatan STEAM. Waktu

penelitian ini dilaksanakan pada semester Genap tahun pelajaran 2022 / 2023.

Pengambilan subjek analisis kebutuhan dalam penelitian ini menggunakan metode *probability sampling*, karena peneliti mengambil sampel secara acak dimana seluruh anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk menjadi subjek penelitian. Pengambilan subjek ini menggunakan teknik *proportionate stratified random sampling* dengan tujuan untuk memperoleh sampel secara acak dalam kelas yang berstrata secara proporsional.

2. Jenis Data

Data yang didapatkan dari penelitian dan pengembangan ini adalah data kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif selama proses pengembangan produk. Data deskriptif berupa saran dan masukan yang digunakan untuk perbaikan bahan ajar yang dikembangkan. Data kuantitatif ini mendeskripsikan tentang kevalidan modul. Data tersebut diperoleh dari hasil instrumen yang telah diisi oleh ahli materi, bahasa, dan desain.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah observasi, angket, dan dokumentasi. Ketiga teknik tersebut akan dijelaskan dibawah ini.

a. Observasi

Peneliti menggunakan teknik observasi dalam melakukan analisis kebutuhan dan untuk mengetahui karakteristik peserta didik dalam pembelajaran matematika di kelas. Untuk mendapatkan data kegiatan pembelajaran dilakukan dengan observasi langsung, yaitu peneliti mengamati secara langsung proses pembelajaran di kelas. Selain itu, teknik observasi ini juga dilakukan terhadap siswa yang mengikuti les pada peneliti.

b. Angket

Angket (kuesioner) merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi beberapa pernyataan atau pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Dalam penelitian ini menggunakan jenis angket berstruktur (*structured questionnaire*). Dalam angket ini jawaban pertanyaan yang diajukan sudah disediakan. Responden diminta untuk memilih jawaban yang sesuai dengan dirinya, sehingga pertanyaannya bersifat tertutup.

Pengambilan data menggunakan angket pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua macam angket yaitu angket analisis kebutuhan dan angket validasi. Angket analisis kebutuhan untuk mengetahui respon siswa dan guru matematika terhadap pentingnya modul yang akan dikembangkan. Angket validasi ahli untuk menilai kelayakan modul yang diberikan kepada tiga ahli (validator), yaitu ahli materi, bahasa dan desain.

c. Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan pada saat melakukan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum sebagai bekal untuk merancang pengembangan modul matematika berbasis STEAM ini. Pada saat analisis kebutuhan, peneliti melihat dokumentasi dari hasil pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang digunakan guru. Kemudian, peneliti juga melakukan analisis kurikulum dengan mengkaji capaian pembelajaran, alur dan tujuan pembelajaran pada kurikulum merdeka.

Selain digunakan pada tahap analisis, teknik ini juga digunakan pada saat perancangan produk yaitu dengan mengumpulkan materi sesuai dengan indikator melalui buku, jurnal, artikel dan lainnya. Peneliti juga mendokumentasikan data yang meliputi daftar nilai hasil belajar peserta didik yang menjadi subjek penelitian dan semua dokumen pada saat proses pembelajaran dalam kegiatan analisis kebutuhan berlangsung, baik dokumen tertulis, gambar maupun elektronik. Data ini kemudian akan dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang sejauh mana pentingnya produk yang akan dikembangkan.

Instrumen pengumpulan data merupakan alat untuk mendapatkan data penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu angket analisis kebutuhan dan lembar validasi media pembelajaran, sebagaimana berikut ini.

a. Angket analisis kebutuhan

Angket yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket analisis kebutuhan siswa dan guru. Angket ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa dan guru matematika terhadap pentingnya modul yang akan dikembangkan. Angket ini berisi pertanyaan/ pernyataan yang menyediakan alternatif jawaban “Ya” atau “Tidak”. Angket ini disebarakan kepada siswa kelas X IPA 1, 2, dan 3 di MA Miftahul Ulum Suren dan kepada guru Matematika disekolah tersebut. Angket analisis kebutuhan tersebut terlampir pada lampiran 3.

b. Lembar validasi media pembelajaran

Lembar penilaian ini digunakan sebagai bahan pertimbangan revisi pada media pembelajaran modul matematika berbasis STEAM. Tujuan lembar validasi ini agar dapat mengetahui kevalidan modul matematika yang telah dikembangkan yang diukur menggunakan skala pengukuran likert. Skala likert dipakai karena skala ini dirasa mampu memudahkan responden untuk menjawab kuisisioner. Dalam Widoyoko (2012: 105), skala likert menggunakan beberapa butir pernyataan untuk mengukur instrumen validasi dengan memilih dari 5 titik pilihan pada setiap butir pernyataan, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang dan sangat kurang. Untuk keperluan kuantitatif, maka jawaban tersebut diberi skor 1 hingga 5 dengan skor terendah 1 dan tertinggi 5. Prosedur pemberian nilai menggunakan rata-rata. Angket validasi ini dilampirkan pada lampiran 4 dan 5.

4. Teknik Analisis Data

Analisis data ini bertujuan untuk mempresentasikan data dari hasil penelitian pengembangan modul yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini, data kualitatif yang berasal dari masukan dan saran dari ahli desain, ahli bahasa dan ahli materi akan dirangkum dan disimpulkan untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan perbaikan modul yang telah disusun sebelum modul dinyatakan valid. Data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan instrumen-instrumen tersebut di atas selanjutnya dianalisis secara kuantitatif dan diarahkan untuk mengetahui kevalidan modul matematika berbasis STEAM yang dikembangkan. Data kuantitatif selanjutnya dianalisis menurut aspek kelayakan modul yang selanjutnya dihitung rata-rata skor dari setiap aspek. Langkah terakhir yaitu penarikan kesimpulan yang menjawab semua permasalahan yang menjadi fokus penelitian dengan mendeskripsikan hasil dari perhitungan kuantitatif pada masing-masing indikator ketercapaian penelitian.

Skor yang diberikan ketiga validator dianalisis dengan memberikan skor pada masing-masing instrumen modul. Berdasarkan data hasil penilaian ditentukan rata-rata dari masing-masing nilai yang diberikan oleh masing-masing validator. Berdasarkan nilai dari validator akan ditentukan rata-rata nilai untuk setiap aspek kevalidan dengan menggunakan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

Ket :

$V - ah$ = Validasi ahli

T_{Se} = Total skor empirik

T_{Sh} = Total skor yang diharapkan

Selanjutnya nilai total $V-ah$ dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan bahan ajar. Kriteria validitas menurut Akbar (2016:82) dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1
Kriteria Validitas

No.	Kriteria pencapaian nilai (%)	Tingkat validitas
1.	$80 \leq V \leq 100$	Sangat valid, dapat digunakan tanpa perbaikan.
2.	$60 \leq V < 80$	Cukup valid, dapat digunakan dengan perbaikan kecil.
3.	$40 \leq V < 60$	Kurang valid, perlu perbaikan besar (disarankan untuk tidak dipergunakan).
4.	$20 \leq V < 40$	Tidak valid atau tidak bisa digunakan.
5.	$0 \leq V < 20$	Sangat tidak valid atau tidak bisa digunakan.

Produk hasil pengembangan dikatakan valid jika mencapai persentase $\geq 80\%$. Dan produk hasil pengembangan dapat digunakan dalam pembelajaran jika telah memenuhi tingkat validitas sangat valid.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Penyajian Data Uji Coba

Bagian ini memaparkan tentang hasil dan pengembangan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti. Sesuai dengan yang telah tertera di bab sebelumnya bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat. Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah penelitian dan pengembangan (*R&D*) level 1. Sedangkan model pengembangan yang digunakan adalah model Plomp, dimana peneliti melakukan modifikasi terhadap pengembangan model Plomp ini menjadi 4 fase, antara lain : fase investigasi/pengkajian awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi, tanpa melalui fase terakhir yaitu fase implementasi.

Pengembangan modul ini mengikuti empat tahapan hasil modifikasi model pengembangan Plomp, antara lain :

e. Fase investigasi awal

Pada tahap awal ini kegiatan yang dilakukan adalah menghimpun informasi dari kondisi yang terjadi di lapangan dan menganalisis masalah yang terjadi. Aktivitas yang dilakukan adalah analisis informasi dengan

mengkaji penelitian terdahulu, analisis kebutuhan, dan analisis kurikulum dan materi. Langkah tersebut akan diuraikan sebagai berikut:

4) Analisis kajian terdahulu

Kegiatan ini dilakukan dengan membaca referensi dari berbagai penelitian terdahulu baik berupa jurnal, artikel, tesis ataupun skripsi dan menganalisa apakah permasalahan yang sama juga tetap terjadi saat ini dan dilingkungan sekitar. Seluruh penelitian terdahulu yang dikaji oleh peneliti sudah tercantum dalam daftar pustaka.

Dari hasil kajian terdahulu ini, peneliti memperoleh data tentang pentingnya pengembangan modul untuk memperlancar kegiatan pembelajaran. Hasil kajian ini menjadi acuan peneliti dalam melakukan penelitian dan menyusun bahan ajar yang berupa modul matematika berbasis pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat. Hal ini dikarenakan pengembangan bahan ajar terutama pengembangan modul telah dapat diterima sebagai salah satu sarana dan media pembelajaran yang bersifat mandiri, dan penunjang pembelajaran.

5) Analisis kebutuhan

Kegiatan ini dilakukan dengan melihat kemampuan-kemampuan para peserta didik melalui observasi secara langsung pada saat pembelajaran di kelas. Observasi ini dilakukan selama 2 minggu pada saat pembelajaran matematika di kelas X IPA 1-3, tepatnya pada tanggal 8, 10, dan 17 Mei 2023. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah

terdapat masalah yang dialami dalam pembelajaran dan memerlukan suatu bahan ajar pendukung lainnya atau tidak. Dari hasil observasi peneliti mendapatkan kesimpulan bahwa pembelajaran di kelas kurang menarik peserta didik, sehingga masih ada beberapa anak yang tidak aktif dan tidak cepat merespon dalam kegiatan pembelajaran.

Selain itu, peneliti juga menyebarkan angket kebutuhan siswa pada seluruh siswa kelas X IPA 1, IPA 2 dan IPA 3 sebanyak 80 orang untuk mengetahui seberapa diperlukannya bahan ajar pendukung bagi peserta didik. Angket analisis kebutuhan tersebut terlampir pada lampiran 3. Hasil angket analisis kebutuhan siswa, sebagai berikut:

Tabel 4.1
Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Siswa

No	Pertanyaan	Jumlah Responden		Persentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1.	Apakah Anda antusias dalam mengikuti proses pembelajaran matematika di kelas ?	53	27	66,25 %	33,75 %
2.	Apakah Anda kesulitan dalam mempelajari materi matematika ?	64	16	80%	20%
3.	Apakah Anda membutuhkan bahan ajar lain selain buku ajar dalam mempelajari matematika?	66	14	82,5%	17,5%
4.	Apakah Anda setuju jika dalam pembelajaran juga menggunakan modul selain buku ajar ?	72	8	90%	10%
5.	Apakah Anda setuju jika dalam pembelajaran matematika juga diintegrasikan dengan ilmu lain, seperti sains, teknologi dan lainnya ?	55	25	68,75 %	31,25 %

No	Pertanyaan	Jumlah Responden		Persentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
6.	Apakah Anda ingin jika dalam mengerjakan tugas matematika, kamu diberi kebebasan dalam menentukan cara menyelesaikannya ?	65	15	81,25 %	18,75 %
7.	Menurutmu, pentingkah kita tahu dan mempelajari hal yang berkaitan dengan teknologi dan matematika ?	58	22	72,5%	27,5%
8.	Apakah materi trigonometri lebih sulit daripada materi lain yang Anda pelajari di kelas X ?	63	17	78,75 %	21,25 %

Berdasarkan data pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa 66,25% siswa sebenarnya antusias dalam mengikuti pembelajaran matematika. Namun, 80% dari siswa tersebut mengalami kesulitan dalam mempelajari materi matematika. Oleh karenanya, 82,5% siswa membutuhkan bahan ajar lain selain buku ajar dalam mempelajari matematika. Bahan ajar modul disetujui oleh 90% dari total siswa kelas X IPA dan 68,75% setuju jika dalam pembelajaran matematika juga diintegrasikan dengan ilmu lain, seperti sains, teknologi dan lainnya. Menurut 81,25% siswa menginginkan jika dalam mengerjakan tugas matematika, diberikan kebebasan dalam menentukan cara menyelesaikannya. 72,5% siswa menganggap teknologi sangat baik jika digunakan dalam pelajaran matematika. Dan 78,75% siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi trigonometri.

Peneliti juga mendokumentasikan nilai-nilai yang diperoleh peserta didik untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam

memahami materi trigonometri (terlampir pada lampiran 6). Dari data nilai tersebut diketahui bahwa siswa belum benar-benar memahami materi trigonometri dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai tugas peserta didik yang banyak belum sempurna dan 55,56 % siswa kelas X-IPA 1, 50% siswa kelas X-IPA 2 dan 51,85% siswa kelas X-IPA 3 tidak tuntas dalam sumatif harian materi trigonometri.

Guru mata pelajaran matematika di MA Miftahul Ulum Suren juga mengatakan pentingnya memiliki bahan ajar pendukung lain selain buku ajar. Hal tersebut bertujuan agar peserta didik tidak jenuh dengan pembelajaran yang tidak variatif dan diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Di madrasah ini, terdiri dari 2 guru mata pelajaran matematika yaitu Bapak Joko dan Ibu Sofiana. Hasil angket analisis kebutuhan guru, sebagai berikut:

Tabel 4.2
Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Guru

No	Pertanyaan	Jumlah Responden		Persentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
1.	Apakah Bapak/Ibu menggunakan bahan ajar pendukung selain buku ajar dalam proses pembelajaran ?	1	1	50%	50%
2.	Apakah Bapak/Ibu sering menggunakan modul saat proses pembelajaran ?	0	2	0%	100%
3.	Apakah bahan ajar pendukung yang Bapak/Ibu gunakan sudah memadai untuk mendukung proses pembelajaran matematika?	0	2	0%	100%

No	Pertanyaan	Jumlah Responden		Persentase	
		Ya	Tidak	Ya	Tidak
4.	Apakah Bapak/Ibu pernah membuat/ mengembangkan sendiri bahan ajar untuk mendukung proses pembelajaran matematika?	0	2	0%	100%
5.	Apakah Bapak/Ibu setuju jika dalam pembelajaran matematika juga diintegrasikan dengan ilmu lain, seperti sains dan teknologi?	2	0	100%	0%
6.	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang <i>STEAM</i> (<i>Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics</i>) ?	1	1	50%	50%
7.	Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis <i>STEAM</i> (<i>Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics</i>) ?	0	2	0%	100%
8.	Menurut Bapak/Ibu, apakah pendekatan pembelajaran berbasis <i>STEAM</i> sesuai untuk mengajarkan materi trigonometri ?	2	0	100%	0%
9.	Apakah Bapak/Ibu pernah mengembangkan modul matematika berbasis <i>STEAM</i> sebelumnya ?	0	2	0%	100%
10.	Menurut Bapak/Ibu, apakah pengembangan modul matematika berbasis <i>STEAM</i> dapat digunakan sebagai salah satu referensi guru untuk menunjang proses pembelajaran matematika ?	2	0	100%	0%

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa tidak semua guru matematika di madrasah tersebut menggunakan bahan ajar selain buku ajar. Guru matematika di MA Miftahul Ulum Suren ini juga belum memiliki bahan ajar pendukung yang memadai, seperti modul dan

lainnya. Menurut kedua guru matematika tersebut, perlu adanya pendekatan baru dalam pembelajaran matematika dan pendekatan STEAM juga dapat diterapkan. Menurutnya, pengembangan modul matematika berbasis STEAM dapat digunakan sebagai salah satu referensi guru untuk menunjang proses pembelajaran matematika.

Analisis kebutuhan ini juga dikumpulkan peneliti dari curhatan siswa yang mengikuti les dimana tidak sedikit dari mereka yang mengeluh kesulitan dalam mempelajari materi matematika, khususnya trigonometri. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini peneliti akan mengembangkan modul matematika berbasis pendekatan STEAM pada materi trigonometri yang kedepannya dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran untuk membantu siswa dan juga guru agar proses pembelajaran lebih menarik dan inovatif, sehingga dapat mengatasi kesulitan yang ada.

6) Analisis kurikulum dan materi

Analisis kurikulum ini dilaksanakan untuk menentukan capaian pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pengembangan yang akan dilakukan. Kegiatan ini dilakukan dengan mengkaji kurikulum merdeka secara spesifik dengan memperhatikan capaian pembelajaran, alur dan tujuan pembelajaran yang diharapkan, serta materi yang harus dikuasai peserta didik.

Materi yang digunakan sesuai Capaian Pembelajaran pada Kepmendikbudristek Nomor 262/M/2022 tentang Perubahan atas

Kepmendikbudristek Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran. Berdasarkan domainnya, materi dalam penelitian ini yaitu materi perbandingan trigonometri yang termasuk ke dalam domain geometri. Di akhir fase E, peserta didik dapat menentukan perbandingan trigonometri dan memecahkan masalah yang melibatkan segitiga siku-siku.

Tujuan pembelajaran domain geometri sebagai berikut:

- G.2 Menjelaskan definisi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan dihubungkan dengan konsep *pythagoras*.
- G.3 Mengidentifikasi trigonometri pada kuadran dan menghubungkan pada konsep sudut berelasi dan sudut istimewa pada trigonometri.
- G.4 Menyelesaikan masalah kontekstual berkaitan dengan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku.

f. Fase desain/ perancangan

Fase perancangan/desain dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan pada fase investigasi awal. Tahapan desain ini terdiri dari :

- 4) Menentukan garis besar dari materi yang akan dikembangkan.

Materi ini ditentukan berdasarkan analisis kurikulum dan kebutuhan siswa, selanjutnya dideskripsikan pokok materi tersebut agar sesuai dengan tingkat keluasan dan kedalaman kompetensi yang akan diajarkan pada siswa. Materi tersebut disusun sedemikian rupa berdasarkan pendekatan STEAM. Materi yang akan dituangkan ke dalam

modul dibagi menjadi tiga topik pembahasan, yaitu perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan sudut istimewa, perbandingan trigonometri sudut berelasi di berbagai kuadran, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan.

5) Merancang desain modul.

Membuat rancangan desain modul dengan menetapkan unsur-unsur yang terdapat pada modul dan membuat rancangannya di *Microsoft office word* 2010 menjadi sebuah prototipe modul sebagai berikut :

(4) Bagian Pendahuluan, terdiri dari :

- (g) Cover/halaman sampul.
- (h) Halaman identitas.
- (i) Kata pengantar.
- (j) Panduan menggunakan modul.
- (k) Halaman motivasi.
- (l) Daftar isi.

(5) Bagian Isi, terdiri dari :

- (l) Judul bab dan pendahuluan.
- (m) Capaian dan tujuan pembelajaran.
- (n) Petunjuk belajar.
- (o) Kata kunci.
- (p) Peta konsep.
- (q) Informasi pendukung (lab mini, jelajah IT, pojok seni, kreasi dan lainnya).

- (r) Materi (*mathzone*).
 - (s) Petunjuk kerja atau lembar kerja proyek.
 - (t) Latihan-latihan.
 - (u) Evaluasi.
 - (v) Kunci jawaban.
- (6) Bagian Penutup, terdiri dari :
- (d) Glosarium
 - (e) Doa sebelum dan sesudah belajar.
 - (f) Daftar Pustaka.
- 6) Penyusunan desain instrumen validasi

Penyusunan instrumen validasi ini berfungsi sebagai alat ukur untuk mengukur kevalidan produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini, lembar validasi terdiri dari tiga aspek yaitu materi, desain dan bahasa. Berikut aspek-aspek yang menjadi indikator dalam instrumen validasi ahli materi, desain, dan bahasa sebagai berikut:

Tabel 4.3
Aspek Kelayakan Materi Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator
1.	Kesesuaian materi dengan CP dan TP	Memuat capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.
		Memuat materi pembelajaran yang rinci dan spesifik sehingga mudah dipelajari secara tuntas.
		Kesesuaian materi yang ada pada modul dengan CP dan TP.
		Kelengkapan materi yang dicantumkan.
		Keluasan dan kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

No	Aspek	Indikator
2.	Keakuratan materi matematika	Keakuratan konsep dan definisi.
		Keakuratan prinsip.
		Keakuratan fakta dan data.
		Keakuratan contoh.
		Keakuratan soal latihan.
		Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi.
		Keakuratan notasi, simbol, dan ikon.
		Keakuratan acuan pustaka.
3.	Pendukung materi	Keruntutan dalam penyusunan materi.
		Tersedia peta konsep yang sesuai dengan materi
		Tersedia petunjuk belajar dan panduan menggunakan modul.
		Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi.
		Tersedia soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya untuk mengukur penguasaan peserta didik.
		Tersedia rangkuman materi.
		Terdapat kunci jawaban.
		4.
Disajikan unsur <i>technology</i> / teknologi dalam materi.		
Disajikan unsur <i>Engineering</i> / teknik dalam materi.		
Disajikan unsur <i>arts</i> / seni dalam materi.		
Kekomprehensifan (lengkap dan menyeluruh) integrasi STEAM dengan materi.		
5.	Kelengkapan penyajian materi	Kelengkapan bagian pen- dahuluan pada modul.
		Kelengkapan bagian isi keseluruhan materi pada modul.
		Kelengkapan bagian penutup pada modul.

No	Aspek	Indikator
6.	Kemanfaatan modul	Kemampuan modul untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.
		Ketergunaan modul yang fleksibel .
		Ketergunaan modul untuk belajar mandiri.
		Memungkinkan siswa untuk mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.

Tabel 4.4
Aspek Desain Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator
1.	Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan pembelajaran.
		Keruntutan penyajian.
		Kesesuaian dan kejelasan sketsa, gambar dan ilustrasi dengan materi.
2.	Kelayakan Kefrafikan	Kesesuaian ukuran modul yang digunakan.
		Kesesuaian penggunaan variasi dan kombinasi warna.
		Penempatan hiasan atau ilustrasi pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik.
		Ilustrasi sampul modul menggambarkan isi/materi ajar.
		Pengaturan ruang/tata letak sesuai antara materi, ilustrasi, dan data pendukung lainnya.
3.	Kualitas Tampilan	Desain menarik dan konsisten.
		Keselarasan tampilan sampul depan dan belakang.
		Kesesuaian antara jenis, ukuran dan warna pada tulisan.
		Kejelasan tulisan dan gambar.
		Layout memudahkan pembaca dalam memahami materi.

Tabel 4.5
Aspek Kelayakan Bahasa Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator
1.	Kelugasan	Ketepatan struktur kalimat.
		Keefektifan kalimat.
		Kebakuan istilah.
2.	Komunikatif	Keterbacaan pesan.
		Penggunaan bahasa mudah dipahami, menarik dan tidak multi tafsir.
		Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.
3.	Dialogis dan interaktif.	Kemampuan memotivasi pesan atau informasi.
		Kemampuan mendorong berpikir kreatif, kritis dan inovatif.
		Bahasa yang digunakan mampu mendorong peserta didik untuk mempelajari modul secara menyeluruh.
4.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik.	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik.
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.
5.	Keruntutan dan keterpaduan alur pikir.	Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan pembelajaran.
		Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf.
6.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	Konsistensi penggunaan istilah.
		Ketepatan penggunaan tanda baca dan simbol.

Hasil evaluasi pada tahap desain atau perancangan dari dosen pembimbing didapatkan prototipe modul yang perlu dikemas dalam bentuk yang mudah dipahami dan lebih menarik.

g. Fase realisasi/konstruksi

Fase ini adalah proses mewujudkan perihal yang telah disusun pada tahap desain yaitu prototipe penyelesaian masalah yang berupa prototipe modul matematika. Aktivitas yang dilakukan adalah menyusun dan mengetik secara menyeluruh dan keseluruhan materi dan rancangan yang telah ditentukan. Proses penyusunan modul ini dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Office Word 2010* dan Canva. Hasil prototipe pada fase desain yang berupa unsur-unsur penyusun modul dan telah diketik di *Microsoft Office Word 2010*, kemudian disusun menjadi sebuah modul utuh dan menyeluruh menggunakan aplikasi Canva.

Berikut ini adalah proses realisasi penyusunan pengembangan bahan ajar berupa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri sebagai berikut:

(1) Bagian Pendahuluan, terdiri dari :

(a) Pembuatan halaman (*cover*) depan dan belakang.

Halaman depan yang berisi judul modul bertujuan untuk membuat tampilan modul menjadi menarik. Halaman ini berisikan materi yang akan dibahas dalam modul, identitas penulis, dan untuk siapa modul tersebut diciptakan. Dengan melihat halaman sampul depan dan belakang modul, pembaca akan mengetahui materi yang akan dibahas di dalam modul. Berikut ini tampilan halaman (*cover*) depan dan belakang yang disusun peneliti.



Gambar 4.1
Halaman belakang dan depan modul

(b) Tampilan halaman identitas.

Halaman ini digunakan sebagai identitas dari modul yang dikembangkan. Hal yang dimuat antara lain judul modul/ materi, pendekatan modul, penulis dan pembimbing, serta kapan dan dimana modul tersebut dicetak. Berikut ini tampilan halaman identitas modul yang disusun peneliti.



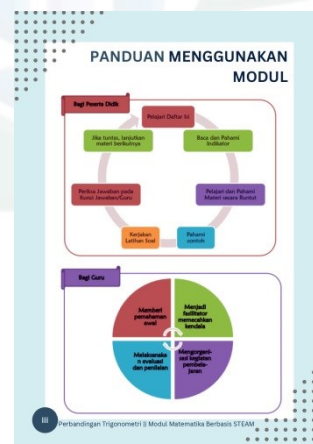
Gambar 4.2
Halaman identitas modul

(c) Kata pengantar.

Bagian ini berisi tentang kata pengantar dari penulis yang memuat ungkapan kata syukur atas terselesaikannya modul matematika dan berisi gambaran secara umum tentang isi modul yang dikembangkan.

(d) Panduan menggunakan modul.

Pada bagian ini berisi tentang petunjuk untuk menggunakan modul. Terdapat dua macam petunjuk yaitu bagi peserta didik dan juga guru. Berikut ini tampilan panduan menggunakan modul yang disusun peneliti.



Gambar 4.3
Panduan menggunakan modul

(e) Tampilan halaman motivasi.

Pada bagian ini berisi kalimat motivasi dari penulis yang diharapkan dapat menumbuhkan semangat untuk belajar. Kalimat motivasi ini juga didukung dengan ayat Al-Qur'an dan kata-kata mutiara para ahli/ulama. Berikut ini tampilan halaman motivasi yang disusun peneliti.



Gambar 4.4
Halaman motivasi

(f) Tampilan daftar isi.

Tampilan daftar isi pada modul ini digunakan dengan tujuan untuk mempermudah pembaca agar tidak kesulitan dalam mencari halaman materi yang akan dipelajari. Berikut ini tampilan daftar isi yang disusun peneliti.

DAFTAR ISI	
BALAMAN IDENTITAS	i
KATA PENGANTAR	ii
PANDUAN MENGGUNAKAN MODUL	iii
HALAMAN MOTIVASI	iv
DAFTAR ISI	v
PENDAHULUAN	1
IDENTITAS MATERI	2
PETA BELAJAR	3
PETA KONSEP	4
KATA KUNCI	4
KP. 1 PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU	5
LATIHAN SOAL 1	19
KP. 2 PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SUDUT BERELASI DI BERBAGAI	
KUADRAN	20
LATIHAN SOAL 2	34
KP. 3 APLIKASI PERBANDINGAN TRIGONOMETRI DALAM KEHIDUPAN	35
LATIHAN SOAL 3	45
EVALUASI	46
KUNCI JAWABAN KP. 1	48
KUNCI JAWABAN KP. 2	50
KUNCI JAWABAN KP. 3	51
KUNCI JAWABAN EVALUASI	53
UMPMAN BALIK	56
GLOSARIUM	57
DOA SEBELUM DAN SESUDAH BELAJAR	58
DAFTAR PUSTAKA	59

Gambar 4.5
Daftar isi

(2) Bagian Isi, terdiri dari :

(a) Judul bab dan pendahuluan.

Pada bagian isi modul ini didahului oleh pendahuluan yang memberikan gambaran tentang manfaat materi pada peserta didik. Dengan adanya pendahuluan ini diharapkan mampu menumbuhkan semangat dalam diri peserta didik untuk mulai mempelajari materi yang disajikan dalam modul. Selain disajikan pada halaman sampul, judul bab ini juga disajikan pada bagian awal kegiatan pembelajaran beserta dengan tujuan yang harus dicapai dalam mempelajari kegiatan pembelajaran tersebut. Berikut ini tampilan pendahuluan dan judul masing-masing kegiatan pembelajaran yang disusun peneliti.



Gambar 4.6
Pendahuluan dan judul kegiatan pembelajaran

(b) Capaian dan tujuan pembelajaran.

Capaian dan tujuan pembelajaran disajikan dalam satu halaman yang disebut identitas materi. Halaman ini tidak hanya mencantumkan capaian dan tujuan pembelajaran, melainkan juga

topik pembahasan, pengetahuan prasyarat, dan profil pelajar pancasila. Berikut tampilan halaman yang dimaksud pada bagian ini.



Gambar 4.7
Tampilan identitas materi

(c) Tampilan petunjuk belajar.

Pada bagian ini peneliti menyajikan beberapa petunjuk belajar dengan harapan peserta didik tidak akan kebingungan untuk memulai belajarnya secara mandiri. Pada bagian ini juga dijelaskan bahwa untuk mempelajari kegiatan pembelajaran lanjutan harus sudah memahami kegiatan pembelajaran sebelumnya. Berikut tampilan petunjuk belajar yang dimaksud pada bagian ini.



Gambar 4.8
Petunjuk belajar

(d) Tampilan peta konsep dan kata kunci.

Bagian ini terdiri dari 1 halaman modul saja, yang terdiri dari peta konsep dan kata kunci. Peta konsep digunakan untuk mengetahui isi modul secara menyeluruh tanpa membuka satu per satu halaman modul. Sedangkan kata kunci dimaksudkan agar peserta didik dapat mengetahui hal-hal apa saja yang dipelajari melalui modul ini. Berikut peta konsep dan kata kunci yang dimaksud pada bagian ini.



Gambar 4.9
Peta konsep dan kata kunci

(e) Informasi pendukung (lab mini, jelajah IT, pojok seni, kreasi dan lainnya).

Bagian ini berisi integrasi dari ilmu lain yang ada pada STEAM. Bagian informasi pendukung ini yaitu bukan bagian pokok yang berisi materi matematika pada modul, melainkan materi bidang lain yang dapat menambah wawasan dan pengetahuan umum pembaca. Berikut tampilan informasi pendukung yang tersebar pada bagian isi modul.



Lab Mini

Bayangan muncul karena adanya cahaya. **Cahaya** bergerak dalam garis lurus dengan kecepatan 300.000 kilometer per detik. Sederhananya, bayangan terbentuk karena ada objek yang menghalangi cahaya. Karena itulah **bayangan selalu mengikuti kita**.

Pernahkah kalian mendengar atau menggunakan klinometer? Sebenarnya apa yang dimaksud dengan klinometer? Bagaimana fungsinya?

Klinometer adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur kemiringan vertikal, biasanya sudut antara tanah atau pengamat dengan sebuah objek yang tinggi. Klinometer sederhana membutuhkan ruang yang banyak untuk mendekat dan menjauh saat mengukur sebuah objek.



Gambar 3.7 Klinometer



Kreasi

Nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa dapat ditentukan dengan lebih mudah menggunakan konsep lingkaran satuan dengan bantuan alat peraga, seperti parometri (papan roda trigonometri).

{Selengkapnya bisa dilihat dan dipraktikkan di Kegiatan Pembelajaran 2 (setelah KP ini ya) ...}



Gambar 1.12 Parometri



Pojok Seni

Ingatlah perbandingan yang bernilai positif tersebut dengan kalimat:

Semanis Sinta Tanpa Kosmetik

Gambar 4.10

Tampilan informasi pendukung bidang lain

(f) Materi (*mathzone*).

Bagian *mathzone* ini berisi materi pokok matematika sesuai dengan sub bab atau topik pembahasan yang tercantum pada identitas materi. Selain materi, bagian ini juga ditunjukkan melalui contoh soal. Berikut ini tampilan *mathzone* dalam kegiatan pembelajaran yang disusun peneliti.

Contoh Soal 3 **Math Zone**

Tentukan bentuk sederhana dari $\frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ}$.

Pembahasan:

$$\frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ}$$

$$= \frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos (90 - 70)^\circ \cdot \sec (180 - 140)^\circ \tan (180 - 50)^\circ}$$

$$= \frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\sin 70^\circ \cdot (-\sec 140^\circ) \cdot (-\tan 50^\circ)} = 1$$

Gambar 4.11
Tampilan *mathzone* pada modul

(g) Petunjuk kerja atau lembar kerja proyek.

Lembar kerja proyek ini dapat melatih siswa dalam menerapkan materi trigonometri dalam kehidupan. Selain itu, kegiatan ini juga untuk menumbuhkan karakter-karakter pada profil pelajar pancasila, seperti kerjasama, kreatif, gotong royong dan lainnya. Berikut ini tampilan lembar kerja proyek dalam kegiatan pembelajaran yang disusun peneliti pada modul ini.

Langkah-langkah Penyelesaian Proyek

Alat dan Bahan

1. Gunting	1. Selotan
2. Busur	2. Selotip
	3. Benang / tali
	4. Jarum
	5. Klip kertas / panah dari karton

Langkah Pembuatan

- 1) Ikatlah klip/panah karton pada benang yang berfungsi sebagai pemberat.
- 2) Gunting tali dengan panjang secukupnya.
- 3) Letakkan benang pada posisi 90° pada busur.
- 4) Gunting selotan (sesuaikan panjang dengan panjang busur).
- 5) Rekatkan selotan dan busur menggunakan selotip.

Cara penggunaan

- 1) Tetapkan posisi berdiri pengamat.
- 2) Ukur tinggi tubuhnya dari kaki sampai ke mata pengamat dengan menggunakan meteran. Ukurlah seakurat mungkin.
- 3) Tetapkan objek ketinggian benda yang akan diukur.
- 4) Tentukan jarak objek dengan pengamat.
- 5) Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata pengamat.
- 6) Dengan menggunakan alat klinometer yang telah dibuat setiap kelompok, ukur sudut elevasi dari posisi pengamat terhadap puncak tiang bendera atau benda nyata lainnya.
- 7) Kemudian tuliskan besar sudut elevasi dari posisi pengamat terhadap puncak tiang atau benda nyata lainnya. Jika benang berada tepat di posisi 60° , maka sudut elevasi terhadap puncak tiang bendera adalah $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$.

Sajikan Hasil Kegiatan Proyek

Laporkan hasil kegiatannya yang meliputi sketsa / ilustrasi pengamatan, benda yang diamati, tinggi pengamat, jarak pengamat ke benda yang diamati, besar sudut elevasi, hasil pengamatan dan kesimpulan yang didapatkan. (Sajikan menggunakan alat peraga / komik / powerpoint / lainnya sesuai kreativitas kelompok kalian)

40 Perbandingan Trigonometri || Modul Matematika Berbasis STEAM

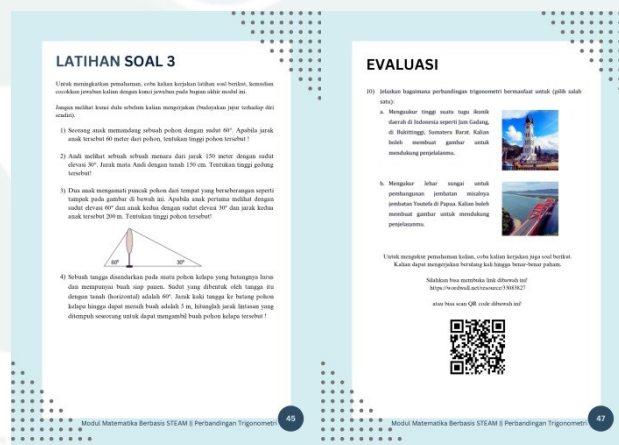
Gambar 4.12
Tampilan lembar kerja proyek pada modul

(h) Latihan-latihan.

Modul ini dilengkapi dengan latihan soal untuk melatih pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari pada kegiatan pembelajaran. Latihan soal terletak pada akhir kegiatan pembelajaran. Jadi dalam modul ini terdapat tiga latihan soal.

(i) Evaluasi.

Bagian evaluasi ini berisi soal-soal dari materi kegiatan pembelajaran 1-3, atau bersifat menyeluruh. Bagian ini terletak setelah kegiatan pembelajaran 3 selesai. Soal-soal yang dicantumkan lebih bervariasi dan lebih banyak. Pada modul ini juga terdapat soal evaluasi yang dapat dikerjakan secara online melalui scan kode QR pada halaman akhir evaluasi. Berikut tampilan latihan soal dan evaluasi yang ada pada modul ini.



Gambar 4.13

Tampilan latihan soal dan evaluasi pada modul

(j) Kunci jawaban.

Modul matematika ini juga dilengkapi dengan kunci jawaban beserta cara atau langkah jawabannya. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat mengukur kemampuannya sendiri dan belajar secara mandiri.

(3) Bagian Penutup, terdiri dari :

(a) Glosarium

Pada modul ini tampilan glosarium berisikan mengenai arti dari istilah penting yang terdapat pada modul. Berikut tampilan glosarium yang disusun peneliti pada modul ini.



GLOSARIUM	
Cosinus (Cn)	Perbandingan sisi siku-siku yang berdekatan di samping sudut dengan sisi miring (sisi panjang) terhadap sudut siku-siku yang siku-sikunya berseberangan.
Koordinat Cartesian	Menentukan kedudukan titik dalam bidang menggunakan dua bilangan yang biasa disebut koordinat x (absis) dan koordinat y (ordinat) dari titik tersebut.
Kontras	Dipersempit, diperbesar, atau warna dari setiap bagian suatu bidang atau yang terbagi oleh dua warna yang berlawanan tiap baris.
Perbandingan sudut berhadapan	Perbandingan dua sudut dalam segitiga yang berhadapan. Perbandingan ini selalu sama. Perbandingan ini selalu sama. Perbandingan ini selalu sama.
Sinus (Sn)	Perbandingan sisi siku-siku yang berhadapan dengan sudut siku-siku terhadap sisi miring (sisi panjang) terhadap sudut siku-siku yang siku-sikunya berseberangan.
Tangens (Tan/Tg)	Perbandingan sisi siku-siku yang berhadapan dengan sudut siku-siku terhadap sisi siku-siku yang berdekatan dengan sudut siku-siku yang siku-sikunya berseberangan.
Trigonometri	Ilmu yang mempelajari hubungan-hubungan antara sisi-sisi dan sudut-sudut dalam segitiga.

Gambar 4.14
Tampilan glosarium

(b) Doa sebelum dan sesudah belajar.

Modul ini juga dilengkapi dengan doa sebelum dan sesudah belajar. Hal ini sebagai upaya dari peneliti agar peserta didik tidak melupakan doa dalam menuntut ilmu, sehingga diperoleh ilmu yang bermanfaat.

(c) Daftar Pustaka.

Pada modul ini tampilan daftar pustaka berisikan mengenai sumber-sumber yang menjadi patokan untuk membuat modul matematika berbasis pendekatan STEAM. Berikut ini tampilan daftar pustaka yang disusun peneliti.



Gambar 4.15
Tampilan daftar pustaka

Secara umum, modul matematika berbasis pendekatan STEAM hasil pengembangan ini terdiri dari 66 halaman meliputi bagian pendahuluan, bagian isi yang berupa 3 kegiatan pembelajaran, dan bagian penutup. Modul ini didesain dengan ukuran kertas A4 secara bolak balik. Tema *background* pada modul ini berlatar belakang warna biru dengan harapan agar dalam belajar tercipta suasana yang tenang.

Setelah itu, tahap pengembangan modul ini dilakukan revisi, baik dari penulis atau dari dosen pembimbing. Setelah dosen pembimbing menyatakan modul layak untuk divalidasi, selanjutnya modul ini divalidasi oleh ahli materi, ahli bahasa dan ahli desain untuk mendapatkan validasi pada tahap evaluasi.

h. Fase tes, evaluasi dan revisi

Pada penelitian ini, fase keempat yang dilakukan adalah tahap evaluasi dan revisi. Tidak ada tahap tes dalam penelitian ini, karena penelitian pengembangan ini tidak dilakukan sampai tahap pengujian

keefektifan produk. Tahap evaluasi ini disebut evaluasi formatif, karena tujuannya untuk kebutuhan revisi. Evaluasi ini dilakukan dengan uji kevalidan terhadap produk yang dihasilkan. Tahap evaluasi dilakukan terhadap produk yang dihasilkan melalui para ahli yang menjadi validator. Hal ini dilakukan dengan menguji validitas desain produk oleh ahli yang sudah ditentukan, serta mendapat saran dan kritik dari validator terhadap produk yang dikembangkan.

Tahap validasi pada penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap I dan tahap II. Pada validasi tahap pertama, modul yang telah selesai disusun divalidasi oleh validator pertama (dosen) yang terdiri dari ahli materi, ahli desain dan ahli bahasa. Kriteria dalam menentukan subjek ahli, yaitu sesuai dengan bidang yang dimiliki oleh validator tersebut sebagaimana yang tercantum pada bab sebelumnya. Validator pada penelitian ini terdiri dari ahli materi yaitu Ibu Dr. Indah Wahyuni, M.Pd., ahli desain yaitu Intan Carolina Safitri, S.Pd, M.Pd., dan ahli bahasa yaitu Bapak Dr. Khotibul Umam, M.A. Berikut ini merupakan hasil data kuantitatif dari validasi ahli materi, ahli desain dan ahli bahasa sebagai berikut.

a. Hasil validasi ahli materi

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli materi yaitu Dr. Indah Wahyuni, M.Pd. selaku dosen Matematika di UIN KHAS Jember. Ahli materi memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, dosen kemudian

memberikan komentar dan saran perbaikan pada modul yang telah dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut ini merupakan hasil validasi modul oleh ahli materi.

Tabel 4.6
Hasil Validasi Ahli Materi Tahap I

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Kesesuaian materi dengan CP dan TP	25	5
2.	Keakuratan materi matematika	36	4,5
3.	Pendukung materi	34	4,86
4.	Integrasi STEAM pada materi	25	5
5.	Kelengkapan penyajian materi	13	4,33
6.	Kemanfaatan modul	19	4,75
Total skor empirik			28,44
Total skor yang diharapkan			30
Persentase			94,8%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang diisi oleh ahli materi memperoleh skor minimal empat, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V - ah = \frac{28,44}{30} \times 100\% = 94,8 \%$$

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli materi sebesar 94,8% dimana dikategorikan **Sangat Valid**. Namun ada beberapa saran dan komentar untuk perbaikan modul ini, sehingga perlu adanya revisi rendah sebelum digunakan dalam pembelajaran.

b. Hasil validasi ahli desain

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli desain yaitu Intan Carolina Safitri, S.Pd, M.Pd. selaku dosen Matematika di UIN Sunan Ampel Surabaya. Ahli desain memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, dosen kemudian memberikan komentar dan saran perbaikan pada modul yang telah dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut ini merupakan hasil validasi modul oleh ahli desain.

Tabel 4.7
Hasil Validasi Ahli Desain Tahap I

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Teknik Penyajian	12	4
2.	Kelayakan Kegrafikan	23	4,6
3.	Kualitas Tampilan	22	4,4
Total skor empirik			13
Total skor yang diharapkan			15
Persentase			86,67%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang diisi oleh ahli desain memperoleh skor minimal empat, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V - ah = \frac{13}{15} \times 100\% = 86,67 \%$$

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli desain sebesar 86,67% dimana dikategorikan **Sangat Valid**. Namun ada beberapa saran dan komentar untuk perbaikan modul ini, sehingga perlu adanya revisi rendah sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

c. Hasil validasi ahli bahasa

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli desain yaitu Dr. Khotibul Umam, M.A. selaku dosen ahli bahasa di UIN KHAS Jember. Ahli bahasa memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, dosen kemudian memberikan saran perbaikan dan komentar pada modul yang telah

dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut ini adalah hasil validasi modul oleh ahli bahasa.

Tabel 4.8
Hasil Validasi Ahli Bahasa Tahap I

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Kelugasan	11	3,67
2.	Komunikatif	13	4,33
3.	Dialogis dan interaktif.	13	4,33
4.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik.	8	4
5.	Keruntutan dan keterpaduan alur pikir.	9	4,5
6.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	9	4,5
Total skor empirik			25,33
Total skor yang diharapkan			30
Persentase			84,43%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang diisi oleh ahli bahasa memperoleh skor minimal tiga, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

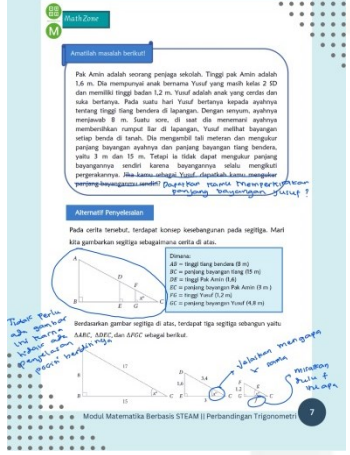
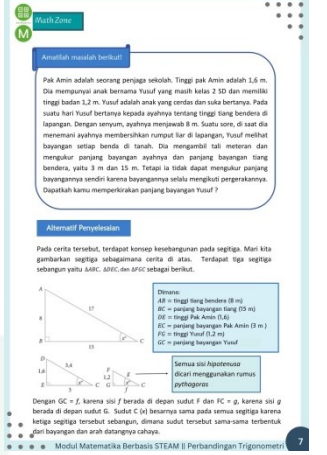
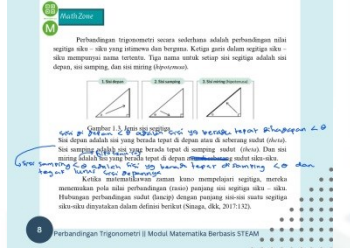
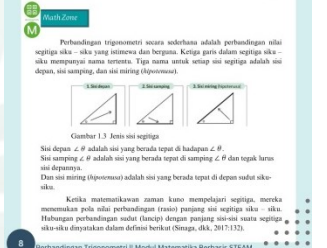
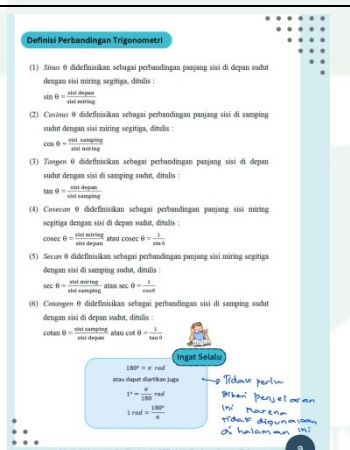
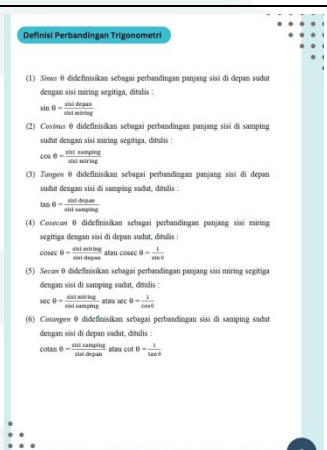
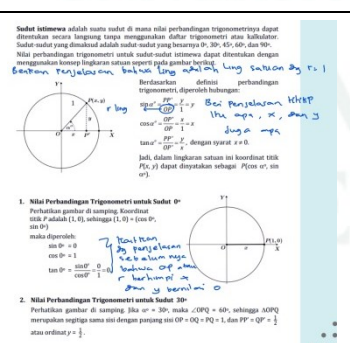
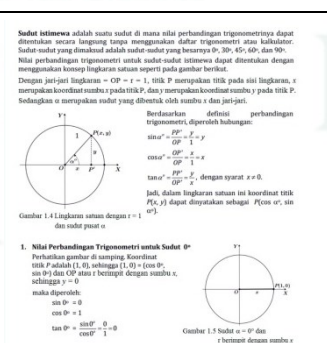
$$V - ah = \frac{25,33}{30} \times 100\% = 84,43 \%$$

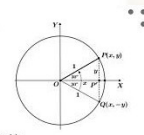
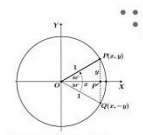
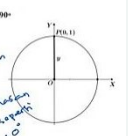
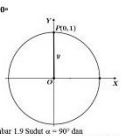


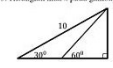
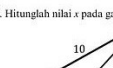
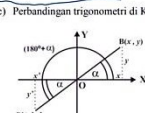
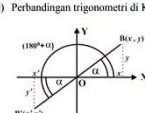
Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli bahasa sebesar 84,43% dimana dikategorikan **Sangat Valid**. Namun ada beberapa saran dan komentar untuk perbaikan modul ini, sehingga perlu adanya revisi rendah sebelum digunakan dalam pembelajaran.

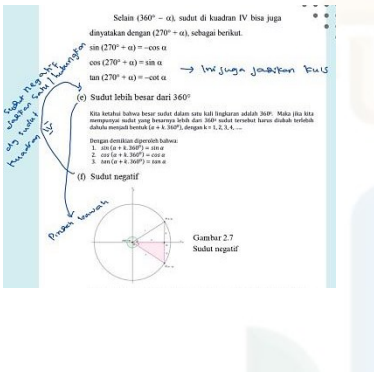

Selanjutnya data hasil validasi yang diperoleh, dianalisis dan dilakukan revisi. Revisi produk ini merupakan pengembangan berdasarkan validasi ahli sebelum akhirnya menjadi produk yang valid. Saran dan komentar dari validator tahap I merupakan data kualitatif yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan revisi pada modul. Berdasarkan masukan dan saran dari validator, maka diperoleh beberapa bagian modul yang perlu direvisi sebagaimana tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9
Revisi Modul

Desain sebelum revisi	Saran dan masukan validator	Desain setelah revisi
	<p>Tidak perlu diberi contoh, ingatkan saja tentang teorema <i>pythagoras</i> (hal. 6)</p>	

Desain sebelum revisi	Saran dan masukan validator	Desain setelah revisi
	<p>Perbaiki kalimat pada masalah, buang gambar yang tidak perlu dan beri penjelasan dengan detail gambar yang dimaksud (hal.7)</p>	
	<p>Perbaiki pengertian sisi segitiga (hal. 8)</p>	
	<p>Tidak perlu diberi penjelasan sudut dan radian di halaman ini, karena tidak diperlukan (hal. 9)</p>	
	<p>Berikan penjelasan dan keterangan mengenai gambar (hal. 12)</p>	

Desain sebelum revisi	Saran dan masukan validator	Desain setelah revisi
<p>ADPP siku-siku di P, dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:</p> $(OP)^2 + (PP')^2 = (OP')^2$ $(OP)^2 + (1 - \frac{1}{2})^2 = 1^2$ $(OP)^2 = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ $OP = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$ <p>OP menyatakan absis titik P atau $x = \frac{1}{2}\sqrt{3}$</p> <p>Jadi, untuk $\alpha = 30^\circ$, maka koordinat titik P adalah $(\frac{1}{2}\sqrt{3}, \frac{1}{2}) = (\cos 30^\circ, \sin 30^\circ)$, maka diperoleh:</p> $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \text{ dan}$ $\cos 30^\circ = \frac{\sin 60^\circ}{1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$ <p>3. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 45°</p> <p>Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha = 45^\circ$, maka ADPP merupakan segitiga sama kaki dengan panjang sisi OP = PP' atau $x = y$. Dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:</p> $(OP)^2 + (PP')^2 = (OP')^2$ $x^2 + x^2 = 1^2$ $2x^2 = 1$ $x^2 = \frac{1}{2}$ $x = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ <p>Karena $x = y$, maka $y = \frac{1}{2}\sqrt{2}$</p> 	<p>Beri keterangan penyerta pada gambar (hal. 13)</p>	<p>ADPP siku-siku di P, dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:</p> $(OP)^2 + (PP')^2 = (OP')^2$ $(OP)^2 + (1 - \frac{1}{2})^2 = 1^2$ $(OP)^2 = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ $OP = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$ <p>OP menyatakan absis titik P atau $x = \frac{1}{2}\sqrt{3}$</p> <p>Jadi, untuk $\alpha = 30^\circ$, maka koordinat titik P adalah $(\frac{1}{2}\sqrt{3}, \frac{1}{2}) = (\cos 30^\circ, \sin 30^\circ)$, maka diperoleh:</p> $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \text{ dan}$ $\cos 30^\circ = \frac{\sin 60^\circ}{1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$ <p>3. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 45°</p> <p>Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha = 45^\circ$, maka ADPP merupakan segitiga sama kaki dengan panjang sisi OP = PP' atau $x = y$. Dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:</p> $(OP)^2 + (PP')^2 = (OP')^2$ $x^2 + x^2 = 1^2$ $2x^2 = 1$ $x^2 = \frac{1}{2}$ $x = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ <p>Karena $x = y$, maka $y = \frac{1}{2}\sqrt{2}$</p> 
<p>5. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 90°</p> <p>Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha = 90^\circ$, maka kaki sudut OP berimpit dengan sumbu Y positif atau titik P berada pada sumbu Y positif. Koordinat titik P adalah (0, 1), sehingga (0, 1) = $(\cos 90^\circ, \sin 90^\circ)$ maka diperoleh:</p> $\sin 90^\circ = 1$ $\cos 90^\circ = 0$ $\tan 90^\circ = \frac{\sin 90^\circ}{\cos 90^\circ} \text{ (tidak didefinisikan)}$ <p><i>Handwritten notes: "kaki sudut OP berimpit dengan sumbu Y positif", "koordinat titik P adalah (0, 1)", "sehingga (0, 1) = (cos 90°, sin 90°)", "maka diperoleh:", "sin 90° = 1", "cos 90° = 0", "tan 90° = 1/0 (tidak didefinisikan)", "Jadi perbandingan trigonometri sama seperti di atas"</i></p> 	<p>Berikan penjelasan dan keterangan mengenai gambar (hal. 14)</p>	<p>5. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 90°</p> <p>Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha = 90^\circ$, maka kaki sudut OP berimpit dengan sumbu Y positif atau titik P berada pada sumbu Y positif. Koordinat titik P adalah (0, 1), sehingga (0, 1) = $(\cos 90^\circ, \sin 90^\circ)$ maka diperoleh:</p> $\sin 90^\circ = 1$ $\cos 90^\circ = 0$ $\tan 90^\circ = \frac{\sin 90^\circ}{\cos 90^\circ} \text{ (tidak didefinisikan)}$ <p>Gambar 1.9 Sudut $\alpha = 90^\circ$ dan $x = 1$ berimpit dengan sumbu y</p> 
<p>Kreatif</p> <p>Nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa dapat ditentukan dengan lebih mudah menggunakan konsep lingkaran satuan dengan bantuan alat peraga, seperti parametri (papan roda trigonometri).</p> <p>(Selengkapnya bisa dilihat di KP 2 ya...)</p> <p>Gambar 1.6 Parametri</p> 	<p>Perjelas maksud KP 2 (hal. 17)</p>	<p>Kreatif</p> <p>Nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa dapat ditentukan dengan lebih mudah menggunakan konsep lingkaran satuan dengan bantuan alat peraga, seperti parametri (papan roda trigonometri).</p> <p>(Selengkapnya bisa dilihat dan dipraktikkan di Kegiatan Pembelajaran 2 (setelah KP ini ya)...) </p> <p>Gambar 1.12 Parametri</p> 
<p>2. Diketahui segitiga ABC siku-siku di B, jika panjang AC adalah 8 cm, dan $\angle A = 30^\circ$. Hitunglah panjang AB dan BC!</p> <p>3. Hitunglah nilai x pada gambar dibawah ini. AB dan BC</p> 	<p>Perbaiki penggunaan kata dalam soal (hal.19)</p>	<p>2. Diketahui segitiga ABC siku-siku di B, jika panjang AC adalah 8 cm, dan besar sudut A = 30°. Hitunglah AB dan BC!</p> <p>3. Hitunglah nilai x pada gambar dibawah ini.</p> 
<p>Selain $(180^\circ - \alpha)$, sudut di kuadran II bisa juga dinyatakan dengan $(90^\circ + \alpha)$, sebagai berikut.</p> $\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$ $\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$ $\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$ <p>(c) Perbandingan trigonometri di Kuadran III</p>  <p>Gambar 2.5 Sudut $(180^\circ + \alpha)$ di kuadran III</p>	<p>Jadikan kuis rumus yang belum ada pembuktiannya (hal. 27,28,29)</p>	<p>Selain $(180^\circ - \alpha)$, sudut di kuadran II bisa juga dinyatakan dengan $(90^\circ + \alpha)$, sebagai berikut.</p> $\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$ $\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$ $\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$ <p>(c) Perbandingan trigonometri di Kuadran III</p>  <p>Gambar 2.5 Sudut $(180^\circ + \alpha)$ di kuadran III</p>

<p>Desain sebelum revisi</p>	<p>Saran dan masukan validator</p>	<p>Desain setelah revisi</p>																																																
 <p>Selain $(360^\circ - \alpha)$, sudut di kuartan IV bisa juga dinyatakan dengan $(270^\circ - \alpha)$, sebagai berikut:</p> $\begin{aligned} \sin(270^\circ - \alpha) &= -\cos \alpha \\ \cos(270^\circ - \alpha) &= \sin \alpha \\ \tan(270^\circ - \alpha) &= -\cot \alpha \end{aligned}$ <p>(e) Sudut lebih besar dari 360°</p> <p>Kita ketahui bahwa besar sudut dalam satu full putaran adalah 360°. Maka jika kita mempunyai suatu sudut besarnya lebih dari 360°, maka setelah berputar akan kembali berputar.</p> <p>Dengan demikian diperoleh bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\sin(\alpha + k \cdot 360^\circ) = \sin \alpha$ 2. $\cos(\alpha + k \cdot 360^\circ) = \cos \alpha$ 3. $\tan(\alpha + k \cdot 360^\circ) = \tan \alpha$ <p>(f) Sudut negatif</p> <p>Prinsip kerjanya</p> <p>Gambar 2.7 Sudut negatif</p>	<p>Perbaiki urutannya dan formatnya (hal. 29)</p>	<p>(e) Sudut negatif</p>  <p>Gambar 2.7 Sudut negatif</p> <p>Pada gambar di atas diperoleh bahwa pada $\angle QOP = \alpha$ yang berlawanan arah dengan jarum jam. Selangkas $\angle QOP' = -\alpha$ adalah sudut yang searah jarum jam. Ingat kembali bahwa satu putaran full karena besarnya adalah 360°.</p> <p>Maka diperoleh bahwa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\sin(-\alpha) = -\sin(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuartan IV, maka nilai sinus bernilai negatif, maka diperoleh bahwa nilai $\sin(-\alpha) = -\sin(360^\circ - \alpha) = -\sin \alpha$. 2. $\cos(-\alpha) = \cos(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuartan IV, maka nilai cosinus bernilai positif, maka diperoleh bahwa nilai $\cos(-\alpha) = \cos(360^\circ - \alpha) = \cos \alpha$. 3. $\tan(-\alpha) = -\tan(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuartan IV, maka nilai tangen bernilai negatif, maka diperoleh bahwa nilai $\tan(-\alpha) = -\tan(360^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$. <p>Modul Matematika Berbasis STEAM II Perbandingan Trigonometri 29</p>																																																
<p>RANGKUMAN</p> <p>Berdasarkan pembahasan di atas, maka sudut-sudut berelasi pada kuartan I, II, III, IV, sudut lebih dari 360°, dan sudut negatif dapat ditampilkan sebagai berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$</td> <td>$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> <td>$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$</td> <td>$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$</td> <td>$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$</td> <td>$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$</td> <td>$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$</td> <td>$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> <td>$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$</td> <td>$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table>	Kuartan I		$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$	$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$	$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$	Kuartan II		$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$	Kuartan III		$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$	$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$	$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$	<p>Ketik ulang dan diberikan warna dasar (hal. 33)</p>	<p>RANGKUMAN</p> <p>Berdasarkan pembahasan di atas, maka sudut-sudut berelasi pada kuartan I, II, III, IV, sudut negatif, dan sudut lebih dari 360° dapat ditampilkan sebagai berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$</td> <td>$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> <td>$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$</td> <td>$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$</td> <td>$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$</td> <td>$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$</td> <td>$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kuartan III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$</td> <td>$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$</td> <td>$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$</td> </tr> <tr> <td>$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$</td> <td>$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$</td> </tr> </tbody> </table>	Kuartan I		$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$	$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$	$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$	Kuartan II		$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$	Kuartan III		$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$	$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$	$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$
Kuartan I																																																		
$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$	$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$																																																	
$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$																																																	
$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$																																																	
Kuartan II																																																		
$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$																																																	
$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$																																																	
$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$																																																	
Kuartan III																																																		
$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$																																																	
$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$																																																	
$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$	$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$																																																	
Kuartan I																																																		
$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$	$\sin(360^\circ + \theta) = \sin \theta$																																																	
$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(360^\circ + \theta) = \cos \theta$																																																	
$\tan(90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan(360^\circ + \theta) = \tan \theta$																																																	
Kuartan II																																																		
$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$																																																	
$\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$																																																	
$\tan(90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$																																																	
Kuartan III																																																		
$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$																																																	
$\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$																																																	
$\tan(270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta}$	$\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$																																																	
<p>LATIHAN SOAL 2</p> <p>Untuk meningkatkan pemahaman, coba kalian kerjakan latihan soal berikut, kemudian cocokkan jawaban kalian dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini.</p> <p>Jangan melihat kunci dulu sebelum kalian mengerjakan (bodilyjaka jujur terhadap diri sendiri).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tentukan nilai eksak dari bentuk berikut (nyatakan dalam bentuk paling sederhana) <ol style="list-style-type: none"> a. $\cos 150^\circ$ b. $\sin 120^\circ$ 2. Tentukan nilai dari $\cos[-\frac{1}{2}\pi]$ → tambahkan pengingat tentang konversi sudut ke radian seperti halaman 3 3. Tentukan nilai dari $\sin 240^\circ + \cos 315^\circ$ 4. Nilai dari $\frac{\sin 75^\circ - \sin 15^\circ}{\cos 105^\circ + \cos 15^\circ} = \dots$ 5. Nilai dari $\cos 150^\circ = \sin 45^\circ + \frac{1}{2} \cot(-330^\circ) = \dots$ 	<p>Tambahkan pengingat sudut dan radian (hal. 34)</p>	<p>Untuk meningkatkan pemahaman, coba kalian kerjakan latihan soal berikut, kemudian cocokkan jawaban kalian dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini.</p> <p>Jangan melihat kunci dulu sebelum kalian mengerjakan (bodilyjaka jujur terhadap diri sendiri).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tentukan nilai eksak dari bentuk berikut (nyatakan dalam bentuk paling sederhana) <ol style="list-style-type: none"> a. $\cos 150^\circ$ b. $\sin 120^\circ$ 2. Tentukan nilai dari $\cos[-\frac{1}{2}\pi]$ 3. Tentukan nilai dari $\sin 240^\circ + \cos 315^\circ$ 4. Nilai dari $\frac{\sin 75^\circ - \sin 15^\circ}{\cos 105^\circ + \cos 15^\circ} = \dots$ 5. Nilai dari $\cos 150^\circ = \sin 45^\circ + \frac{1}{2} \cot(-330^\circ) = \dots$ <p>Ingat! $180^\circ = \pi$ rad atau dapat diartikan juga $1^\circ = \frac{\pi}{180}$ rad $1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi}$</p>																																																

Setelah melakukan revisi pada modul sesuai dengan saran dan masukan dari validator pertama, peneliti kemudian melanjutkan tahap validasi yang ke II. Pada validasi tahap kedua ini, modul yang telah selesai revisi divalidasi oleh validator kedua (guru) yang terdiri dari ahli materi, ahli desain dan ahli bahasa. Kriteria dalam menentukan subjek ahli, yaitu sesuai dengan bidang yang dimiliki oleh validator tersebut sebagaimana yang tercantum pada bab sebelumnya. Validator pada penelitian ini terdiri

dari ahli materi yaitu Nur Khotim Khumairoh, S.Pd., ahli desain yaitu Joko Sulisty, S.Pd., dan ahli bahasa yaitu Khilda Rahma Diana, S.Pd. Berikut ini merupakan hasil data kuantitatif dari validasi ahli materi, ahli desain dan ahli bahasa tahap II sebagai berikut.

a. Hasil validasi ahli materi

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli materi yaitu Nur Khotim Khumairoh, S.Pd. selaku guru Matematika di MA Maqwa Tulungagung. Ahli materi memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, guru kemudian memberikan komentar dan saran perbaikan jika masih ada pada modul yang telah dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 5. Berikut ini merupakan hasil validasi modul oleh ahli materi.

Tabel 4.10
Hasil Validasi Ahli Materi Tahap II

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Kesesuaian materi dengan CP dan TP	21	4,2
2.	Keakuratan materi matematika	31	3,875
3.	Pendukung materi	30	4,286
4.	Integrasi STEAM pada materi	20	4
5.	Kelengkapan penyajian materi	15	5
6.	Kemanfaatan modul	16	4
Total skor empirik			25,361
Total skor yang diharapkan			30
Persentase			84,54%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang sudah diisi oleh ahli materi memperoleh skor minimal tiga, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V - ah = \frac{25,361}{30} \times 100\% = 84,54 \%$$

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli materi sebesar 84,54% dimana dikategorikan **Sangat Valid**.

b. Hasil validasi ahli desain

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli desain yaitu Joko Sulisty, S.Pd. selaku guru Matematika di MA Miftahul Ulum Suren, Jember. Ahli desain memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, guru kemudian memberikan saran dan komentar perbaikan pada modul yang telah dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 5. Berikut ini merupakan hasil validasi modul oleh ahli desain.

Tabel 4.11
Hasil Validasi Ahli Desain Tahap II

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Teknik Penyajian	14	4,67
2.	Kelayakan Kegrafikan	23	4,6
3.	Kualitas Tampilan	23	4,6
Total skor empirik			13,87
Total skor yang diharapkan			15
Persentase			92,47%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang diisi oleh ahli desain memperoleh skor minimal empat, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V - ah = \frac{13,87}{15} \times 100\% = 92,47\%$$

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli desain sebesar 92,47% dimana dikategorikan **Sangat Valid**.

c. Hasil validasi ahli bahasa

Modul matematika berbasis pendekatan STEAM telah diuji oleh ahli desain yaitu Khilda Rahma Diana. selaku guru Matematika di SMK Ibnu Sina Genteng, Banyuwangi. Ahli bahasa memberikan penilaian dimasing-masing pernyataan dengan skor yang telah ditentukan pada lembar validasi yang telah disediakan. Setelah mengisi lembar validasi, guru kemudian memberikan saran dan komentar perbaikan pada modul yang telah dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut dapat dilihat pada lampiran 5. Berikut ini merupakan hasil validasi modul oleh ahli bahasa.

Tabel 4.12
Hasil Validasi Ahli Bahasa Tahap II

No.	Aspek	Total Nilai	Rata-rata
1.	Kelugasan	12	4
2.	Komunikatif	14	4,67
3.	Dialogis dan interaktif.	13	4,33
4.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik.	8	4
5.	Keruntutan dan keterpaduan alur pikir.	10	5
6.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	9	4,5
Total skor empirik			26,5
Total skor yang diharapkan			30
Persentase			88,33%

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa, hasil dari lembar validasi yang sudah diisi oleh ahli bahasa memperoleh skor minimal tiga, sehingga modul matematika yang telah dikembangkan dapat dikatakan **Sangat Valid** berdasarkan rumus validitas (Akbar, 2016:83) berikut.

$$V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V - ah = \frac{26,5}{30} \times 100\% = 88,33 \%$$

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat memperoleh hasil perhitungan lembar validasi ahli bahasa sebesar 88,33% dimana dikategorikan **Sangat Valid**.

Dari hasil validasi tahap II ini, didapatkan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat yang valid, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran disekolah ataupun dilanjutkan dengan penelitian mengenai keefektifan dari produk tersebut.

B. Analisis Data

Penelitian pengembangan ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) level 1 yang hanya berfokus pada pengembangan produk yang valid, tanpa harus menguji keefektifannya, dengan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil observasi, saran dan masukan dari validator. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dari hasil angket kebutuhan siswa dan guru dan hasil validasi. Analisis data hasil validasi modul matematika ini berdasar pada hasil rata-rata validasi 3 ahli, yaitu ahli materi, ahli desain dan ahli bahasa. Berikut adalah persentase pencapaian nilai secara menyeluruh dari masing-masing validator.

Tabel 4.13

Hasil Persentase Pencapaian Nilai Pada Validasi Tahap I

No.	Validator	Persentase pencapaian	Tingkat validitas
1.	Ahli materi	94,8%	Sangat valid
2.	Ahli desain	86,67%	Sangat valid
3.	Ahli bahasa	84,43%	Sangat valid
Rata-rata		88,63%	Sangat valid

Tabel 4.14

Hasil Persentase Pencapaian Nilai Pada Validasi Tahap II

No.	Validator	Persentase pencapaian	Tingkat validitas
1.	Ahli materi	84,54%	Sangat valid
2.	Ahli desain	92,47%	Sangat valid
3.	Ahli bahasa	88,33%	Sangat valid
Rata-rata		88,45%	Sangat valid

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap I adalah 88,63% dan rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap II adalah 88,45% dengan tingkat validitas “sangat valid”. Dari data tersebut diperoleh rata-rata persentase pencapaian nilai secara keseluruhan adalah **88,54%**.

Dari hasil perhitungan dan kriteria validitas tersebut dapat diketahui bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat yang dihasilkan dikategorikan **sangat valid**. Dengan demikian, modul dinyatakan valid dan tidak membutuhkan revisi. Selanjutnya modul yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran disekolah ataupun dilanjutkan dengan penelitian mengenai keefektifan dari produk tersebut.

C. Revisi Produk

Berdasarkan pemaparan data diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat tidak membutuhkan revisi kembali setelah validasi tahap II. Hal ini berdasarkan hasil analisis data kevalidan, dimana analisis kevalidan modul menunjukkan pada masing-masing indikator telah memenuhi nilai minimal dan dapat dikatakan sangat valid dengan nilai rata-rata

persentase pencapaian nilai secara keseluruhan adalah **88,54%**. Oleh karena itu, modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat telah dinyatakan **sangat valid** dan dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran.



BAB V

KAJIAN DAN SARAN

A. Kajian Produk yang Telah Direvisi

Hasil dari penelitian pengembangan ini adalah modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat yang dikembangkan dengan model Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 tahap antara lain : fase investigasi/pengkajian awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi. Berdasarkan hasil dan analisis data yang telah peneliti jabarkan mengenai pengembangan modul matematika berbasis pendekatan STEAM pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat

Proses pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri ini menggunakan model pengembangan Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 tahap antara lain : fase investigasi/pengkajian awal, fase desain/perancangan, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi.

Tahap pertama yang dilakukan peneliti adalah fase investigasi/pengkajian awal. Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan informasi yang akurat dan menganalisis permasalahan yang terjadi dibidang pendidikan saat ini. Kegiatan yang dilakukan oleh peneliti meliputi analisis kajian terdahulu, analisis kebutuhan, dan analisis kurikulum dan materi. Pada fase ini diperoleh hasil bahwa pengembangan bahan ajar modul matematika sangat dibutuhkan khususnya yang menggunakan pendekatan ilmu terintegrasi, baik oleh peserta didik maupun guru untuk memperlancar kegiatan pembelajaran. Pada tahap ini juga menghasilkan informasi bahwa materi trigonometri sangat sesuai untuk dijadikan sebagai materi pengembangan bahan ajar.

Tahap yang kedua yaitu fase desain/perancangan. Pada tahap ini peneliti merancang sebuah produk yang dapat dijadikan sebagai solusi untuk memecahkan permasalahan yang diperoleh pada fase sebelumnya. Produk yang dirancang yaitu sebuah modul matematika yang berbasis pendekatan STEAM. Dalam tahap ini peneliti menentukan garis besar materi yang akan dikembangkan, menetapkan topik pembahasan dan tujuan pembelajaran, menyusun unsur-unsur modul yang terintegrasi dengan STEAM, dan membuat instrumen validasi modul yang dihasilkan. Semua materi yang dibutuhkan dalam penyusunan modul diketik pada *Microsoft Office Word* 2010.

Tahap ketiga yaitu fase realisasi/konstruksi. Pada fase ini, peneliti mendesain modul matematika dengan menggunakan prototipe yang

dihasilkan pada tahap sebelumnya menggunakan bantuan aplikasi Canva. Secara menyeluruh modul matematika ini didesain dengan ukuran kertas A4 dan berlatarbelakang warna biru. Modul ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian penutup. Bagian pendahuluan terdiri dari halaman judul, identitas modul, kata pengantar, panduan menggunakan modul, halaman motivasi dan daftar isi. Bagian isi terdiri dari pengenalan materi, peta konsep, kata kunci, petunjuk belajar, tiga kegiatan pembelajaran, *mathzone*, informasi pendukung yang mengintegrasikan STEAM, rangkuman, contoh soal, latihan soal, evaluasi hingga kunci jawaban. Bagian penutup dari modul ini meliputi glosarium, doa sebelum dan sesudah belajar dan daftar pustaka.

Tahap terakhir yaitu tahap evaluasi dan revisi. Pada tahapan ini peneliti melakukan proses validasi terhadap modul yang dihasilkan. Proses validasi ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama dengan validator dosen dan tahap kedua dengan validator guru matematika di sekolah. Validasi tahap pertama bertujuan untuk menyempurnakan modul dari saran dan masukan para ahli. Selanjutnya dilakukan revisi modul meskipun data kuantitatif sudah menunjukkan bahwa produk valid. Dan validasi tahap dua dilakukan untuk mengetahui modul matematika yang dikembangkan sudah atau belum dapat digunakan dalam pembelajaran. Dari kedua validasi tersebut didapatkan hasil bahwa modul matematika hasil pengembangan penelitian ini dinyatakan sangat valid.

2. Kelayakan atau kevalidan modul matematika yang dihasilkan.

Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/ sederajat ini dapat dikatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran jika tingkat validitas mencapai persentase $\geq 80\%$. Berdasarkan dari hasil analisis data validasi modul matematika yang dilakukan oleh tiga ahli yaitu ahli materi, desain, dan bahasa diperoleh rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap I sebesar 88,63% dan rata-rata persentase pencapaian nilai pada validasi tahap II adalah 88,45%, sehingga diperoleh rata-rata persentase pencapaian nilai secara keseluruhan adalah 88,54% dengan tingkat validitas “**sangat valid**”. Dengan demikian, modul matematika hasil pengembangan dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran matematika di sekolah ataupun dilanjutkan dengan penelitian mengenai keefektifan dari produk tersebut.

B. Saran Pemanfaatan, Desiminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Mengacu pada hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka peneliti memberikan saran sebagaimana berikut ini.

1. Bagi peserta didik

Dengan adanya modul hasil pengembangan ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam belajar matematika materi trigonometri,

sehingga tidak ada alasan bagi peserta didik untuk tidak suka belajar matematika.

2. Bagi guru matematika

Besar harapan peneliti jika adanya modul pengembangan ini dapat membantu guru matematika dalam memperkaya bahan ajar pendukung selain buku ajar. Selain itu, peneliti juga berharap para guru, khususnya guru matematika agar dalam proses kegiatan pembelajaran di kelas mampu untuk mengembangkan bahan ajar pendukung lainnya agar pembelajaran lebih variatif, tidak membosankan dan menjadi kegiatan pembelajaran yang bermakna.

3. Bagi peneliti lain.

Dikarenakan keterbatasan waktu, biaya, dan juga tenaga peneliti, maka pengembangan modul ini hanya mengukur sampai tingkat kevalidan saja. Peneliti berharap agar penelitian pengembangan modul ini bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu tahap pengujian keefektifan dan kepraktisan baik oleh peneliti sendiri dilain waktu maupun oleh peneliti lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S., *Instrumen Perangkat Pembelajaran*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset, 2016)
- Anggraini, Nia., “Pengembangan Modul Matematika Berdasarkan Model Pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*) Materi Pokok Trigonometri Untuk SMA”, (Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung, 2018)
- Apriyono, Fikri., Diani, Nabila Sevi., “Pembelajaran Berbasis Higher Order Thinking Skills Materi Aturan Sinus dan Cosinus di SMAN Rambipuji”, *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science Education*, Vol. 2.1 (2021), 52-71
- Apriyono, F., Mukhlis, M., dkk, “Problem Solving Analysis of Rational Inequality Based on IDEAL Model”, *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing (2020)
- Apriyono, Fikri., “Profil Kemampuan Koneksi Matematika Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Matematika Ditinjau dari Gender”. *Jurnal Mosharafa*, Vol. 5.2 (Mei 2016), 159-168
- Buinicontro, J. K., “Gathering STE(A)M: Policy, Curricular, And Programmatic Developments In Arts-Based Science, Technology, Engeneering, And Mathematics Education Introduction To Special Issue Of Art Education Policy Review: STEAM Focus”, *Art Education Policy Review Journal*, Volume 119 - Issue 2 (2018)
- Daryanto, & Cahyono, Aris Dwi., *Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, (Yogyakarta: Gava Media, 2014)
- Departemen Agama RI, *Al-qur'an dan terjemahannya*, (Surabaya : Pustaka Agung Harapan, 2006)
- Depdiknas, *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*, (Jakarta: Depdiknas, 2006)
- Diana, M., Netriwati, & Suri, F. I., “Modul Pembelajaran Matematika Bernuansa Islami dengan Pendekatan Inkuiri”, *Desimal*, 1(1), 7– 13 (2018)
- Fathani, Abdul Halim., *Matematika Hakikat dan Logika*, (Jogjakarta: ArRuzz Media, 2012)
- Hadinugrahaningsih, dkk., *Keterampilan Abad 21 dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics) Project dalam Pembelajaran Kimia*, (Jakarta: LPPM Universitas Negeri Jakarta, 2017)

- Hamdani, *Strategi Belajar Mengajar*, (Bandung : CV Pustaka Setia, 2011)
- Hasanah, Luthfiyatul., “Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) Dilengkapi Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA” (Tesis, Program Studi Magister Pendidikan IPA Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, 2019)
- Hobri, *Metodologi Penelitian Pengembangan (Aplikasi Pada Penelitian Pendidikan Matematika)*, (Jember : Pena Salsabila, 2009)
- Kemendikbud, *Kepmendikbudristek Nomor 262/M/2022 tentang Perubahan atas Kepmendikbudristek Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran*. (Jakarta : Kemendikbud, 2022)
- Kemendikbud, *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tswnawiyah*, (Jakarta : Kemendikbud, 2013)
- _____, *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah*, (Jakarta : Kemendikbud, 2016)
- Liana, Ria Dhotul, “Pengembangan Modul Matematika Berbasis *Unity of Sciences* Pada Materi Trigonometri Kelas X MA Yaspia Ngroto Gubug Grobogan”, (skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, 2018)
- Listiawan, Tomi., *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*, (Tulungagung: STAIN Tulungagung, 2012)
- Majid, Abdul., *Perencanaan Pembelajaran : Mengembangkan Standart Kompetensi Guru*, (Bandung : Remaja Rosdakarya, 2011)
- Masykur, Moch. & Fathani, Abdul Halim., *Mathematical Intelligence*, (Jogjakarta: Ar-Ruzz Media, 2008)
- Messier, Nicole., “The How’s and Why’s of Going ‘Full STEAM Ahead’ In Your Classroom”, *Article Steamedu*, (May 18, 2015)
- Miyanto dan Astuti, Anna Yuni, *Matematika Mata Pelajaran Wajib Kelas X Jilid B*, (Klaten : Intan Pariwara, 2013)
- Mukhlis, Mohammad., dkk., “Analisis Hubungan Antara Kecerdasan Logis Matematis Dengan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa”, *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika : Alifmatika*, Vol. 2. 2 (Desember 2020), 199-211

- Nugroho, Sigit., “Pengembangan Modul Pegangan Guru Matematika SMA/MA Berbasis Microsoft Excel pada Materi Trigonometri, Statistika, dan Peluang”, (Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2019)
- Nurhikmayati, Iik., “Implementasi STEAM Dalam Pembelajaran Matematika”, *Jurnal Didactical Mathematics*, Vol. 1. 2 (April 2019), 41-50
- Penyusun, Tim., *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah* (Jember: UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember Press, 2022)
- Prastowo, A., *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Yogyakarta: Diva Press, 2013)
- Purwanto, Rahadi, Aristo, & Lasmono, Suharto., *Pengembangan Modul*, (Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan, 2007)
- Saparwadi, L., “Efektivitas Metode Pembelajaran *Drill* dengan Pendekatan *Peer Teaching* Ditinjau dari Minat dan Prestasi Belajar Matematika Siswa”, *Jurnal Didaktik Matematika*, 3.1 (2016), 39–46
- Setyosari, Punaji., *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*, (Jakarta : Kencana, 2010)
- Sidiq, Muhaemin, dkk., “Media Pembelajaran Matematika Menyongsong Industry 4.0: Tinjauan Literatur Sistematis Untuk Analisis Kebutuhan”, *Prosiding Seminar Nasional & Call For Papers Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Siliwangi*, (2019), 396-409
- Sinaga, Bornok, dkk., *Buku Siswa Matematika untuk SMA/SMK Kelas X K-13*, (Jakarta: Kemdikbud, 2017)
- Soewadi, Slamet, dkk., *Perspektif Pembelajaran di Berbagai Bidang*, (Yogyakarta: USD, 2015)
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan : Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2017)
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung: CV Alfabeta, 2016)
- Sumarno, Alim., *Hakikat Pengembangan*, (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2012)
- Sundayana, Rostina., *Media dan Alat Peraga dalam Pembelajaran Matematika*, (Bandung: Alfabeta, 2016)
- Sungkono, dkk., *Pengembangan Bahan Ajar*, (Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta, 2008)

- Susanto, Dicky, dkk., *Buku Panduan Guru Matematika untuk SMA/SMK Kelas X Kurikulum Merdeka*, (Jakarta: Kemdikbud, 2021)
- Susanto, Dicky, dkk., *Buku Siswa Matematika untuk SMA/SMK Kelas X Kurikulum Merdeka*, (Jakarta: Kemdikbud, 2021)
- Tjiptiany, E. N., As'ari, A. R., & Muksar, M., "Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Membantu Siswa SMA Kelas X dalam Memahami Materi Peluang", *Jurnal Pendidikan*, 1.10, (2016), 1938–1942
- Trianto, *Model Pembelajaran Terpadu*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2012)
- Utami, Taza N., Jatmiko, A., & Suherman, "Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada Materi Segiempat", *Desimal : Jurnal Matematika*, 1. 2. (2018), 165-172.
- Wahyuni, Indah., dkk, "Analisis Kemampuan Berpikir Kombinatorika Siswa Kelas XII MA Wahid Hasyim Dalam Memecahkan Soal Terapan Materi Peluang Kombinasi", *Jurnal Pembelajaran dan Matematika Sigma* (JPMS), Vol. 9. 1 (2023), 218-225
- Wahyuni, Indah., Alfiana, Endah., "Analisis Kemampuan Eksplorasi Matematis Siswa Kelas X Pada Materi Fungsi Komposisi", *Jurnal INSPIRAMATIKA*, Vol. 8. 1 (Juni 2022), 39-47
- Wahyuni, Indah., Purwanto, Subanji, Rahardi, Rustanto., "The Student's Mathematical Thinking Ability In Solving The Program for International Student Assessment(PISA) Standard Questions", *Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems*, Vol. 11. 07 (2019), 777-787
- Widodo, Slamet., "Pengembangan Buku Ajar Matematika dengan Pendekatan *Scientific* Kelas VII Semester 2 Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa", (Skripsi, IAIN Tulungagung, 2015)
- Widoyoko, Eko putro., *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*, (Yogyakarta, 2012)
- Yakman, Georgette., Hyongyong, Lee., "Exploring The Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea", *J Korea Assoc. Sci. Edu.* 32. 6. (2012)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khumaidatul Aini
NIM : T20167005
Prodi : Tadris Matematika
Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Institusi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa dalam hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan dan ada klaim dari pihak lain, maka saya bersedia untuk diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun.

Jember, 16 Juni 2023

Saya yang menyatakan



Khumaidatul Aini
NIM. T20167005

KH ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks penelitian

MATRIKS PENGEMBANGAN

Judul	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian	Fokus Penelitian
Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)</i> pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA / Sederajat	a. Modul Matematika b. Pengembangan Modul Matematika c. Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)</i> d. Trigonometri e. Pengembangan Modul Matematika Berbasis Pendekatan <i>Science, Technology,</i>	Kevalidan 1. Validasi ahli materi/isi	a. Kepustakaan (Buku, jurnal, dan artikel) b. Validator (Ahli materi, desain, dan bahasa) c. Analisis kebutuhan (Guru dan siswa)	1. Jenis Penelitian : Penelitian pengembangan (<i>Research and Development (R&D)</i>) level I 2. Desain Model Pengembangan : Model Plomp yang dimodifikasi menjadi 4 fase (fase investigasi awal, fase desain, fase realisasi/konstruksi, dan fase tes, evaluasi dan revisi) 3. Metode Pengumpulan Data : a. Observasi b. Angket c. Dokumentasi 4. Teknik Sampling : <i>Probability Sampling (proportionate stratified random sampling)</i> untuk analisis kebutuhan	1. Bagaimana proses pengembangan modul matematika berbasis pendekatan <i>science, technology, engineering, arts and mathematics (STEAM)</i> pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat ? 2. Bagaimana kevalidan hasil pengembangan modul matematika berbasis pendekatan <i>science, technology, engineering, arts and mathematics (STEAM)</i> pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat ?

Judul	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian	Fokus Penelitian
	<p><i>Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)</i> pada Materi Trigonometri untuk Tingkat SMA / Sederajat</p>	<p>2. Validasi ahli desain 3. Validasi ahli bahasa</p>		<p><i>Purposive Sampling</i> untuk memilih validator</p> <p>5. Analisis Data</p> <p>Data akan dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif dari hasil yang diperoleh melalui uji kevalidan. Uji kevalidan ini didasarkan pada hasil validasi oleh validator ahli materi, desain, dan bahasa dengan menggunakan rumus :</p> $V - ah = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$ <p>Ket : <i>V - ah</i> = Validasi ahli <i>T_{Se}</i> = Total skor empirik <i>T_{Sh}</i> = Total skor diharapkan (Akbar, 2013:83)</p>	

Lampiran 2. Surat keterangan selesai observasi



MADRASAH ALIYAH MIFTAHUL ULUM
SUREN LEDOKOMBO JEMBER
TERAKREDITASI A BAN-SM NSM: 131235090028

Alamat : Jln. Cendrawasih No. 17, Suren, Ledokombo, Jember. Kode Pos 68196. Telp 0331-521189

SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN

Nomor: 243/BSM/131235090028/V/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hazin Mudzhar, S.Hum
Jabatan : Kepala Madrasah
Alamat : Jln. Cendrawasih No. 17, Suren, Ledokombo

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa yang beridentitas :

Nama : Khumaidatul Aini
NIM : T20167005
Program studi : Tadris Matematika
Institusi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Telah selesai melakukan penelitian di Madrasah Aliyah Miftahul Ulum Suren selama 2 minggu, terhitung mulai tanggal 8 s/d 19 Mei 2023 untuk memperoleh data dalam rangka analisis kebutuhan penyusunan skripsi.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sepenuhnya.

Jember, 19 Mei 2023

Kepala Madrasah



Muhammad Hazin Mudzhar, S.Hum

Lampiran 3. Angket analisis kebutuhan

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN SISWA

Nama :
 Kelas :
 Sekolah :

A. Tujuan

Tujuan penyebaran angket ini untuk menggali informasi mengenai kebutuhan media pembelajaran pendukung dalam rangka pengembangan modul matematika.

B. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini diisi oleh siswa kelas X SMA/SMK/MA.
2. Mohon untuk memilih salah satu jawaban dengan cara memberi tanda check list (√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” untuk jawaban yang dianggap paling sesuai dengan Anda.
3. Informasi yang diberikan tidak ada kaitannya dengan nilai mata pelajaran matematika di kelas. Oleh karena itu, mohon berikan informasi sesuai dengan pendapat kalian dengan sejujurnya.

C. Tabel Angket Analisis Kebutuhan Untuk Siswa

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		YA	TIDAK
1.	Apakah Anda antusias dalam mengikuti proses pembelajaran matematika di kelas ?		
2.	Apakah Anda kesulitan dalam mempelajari materi matematika ?		
3.	Apakah Anda membutuhkan bahan ajar lain selain buku ajar dalam mempelajari matematika?		
4.	Apakah Anda setuju jika dalam pembelajaran juga menggunakan modul selain buku ajar ?		
5.	Apakah Anda setuju jika dalam pembelajaran matematika juga diintegrasikan dengan ilmu lain, seperti sains, teknologi dan lainnya ?		

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		YA	TIDAK
6.	Apakah Anda ingin jika dalam mengerjakan tugas matematika, kamu diberi kebebasan dalam menentukan cara menyelesaikannya ?		
7.	Menurutmu, pentingkah kita tahu dan mempelajari hal yang berkaitan dengan teknologi dan matematika ?		
8.	Apakah materi trigonometri lebih sulit daripada materi lain yang Anda pelajari di kelas X ?		

KI

Q

JEMBER

ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN GURU

Nama :
 Nama sekolah :
 Lama mengajar :

A. Tujuan

Tujuan penyebaran angket ini untuk menggali informasi mengenai kebutuhan media pembelajaran pendukung dalam rangka pengembangan modul matematika.

B. Petunjuk Pengisian Angket

1. Angket ini diisi oleh Guru Matematika SMA/SMK/MA.
2. Mohon untuk memilih salah satu jawaban dengan cara memberi tanda check list (√) pada kolom “Ya” atau “Tidak” untuk jawaban yang dianggap paling sesuai dengan Bapak/Ibu.
3. Informasi yang diberikan tidak ada kaitannya dengan prestasi Bapak/Ibu di sekolah. Oleh karena itu, mohon berikan informasi sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu dengan sejujurnya.

C. Tabel Angket Analisis Kebutuhan Untuk Guru

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		YA	TIDAK
1.	Apakah Bapak/Ibu menggunakan bahan ajar pendukung selain buku ajar dalam proses pembelajaran ?		
2.	Apakah Bapak/Ibu sering menggunakan modul saat proses pembelajaran ?		
3.	Apakah bahan ajar pendukung yang Bapak/Ibu gunakan sudah memadai untuk mendukung proses pembelajaran matematika?		
4.	Apakah Bapak/Ibu pernah membuat/mengembangkan sendiri bahan ajar untuk mendukung proses pembelajaran matematika?		
5.	Apakah Bapak/Ibu setuju jika dalam pembelajaran matematika juga diintegrasikan dengan ilmu lain, seperti sains dan teknologi?		

KI

Q

JEMBER

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	
		YA	TIDAK
6.	Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang <i>STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics)</i> ?		
7.	Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis <i>STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics)</i> ?		
8.	Menurut Bapak/Ibu, apakah pendekatan pembelajaran berbasis <i>STEAM</i> sesuai untuk mengajarkan materi trigonometri ?		
9.	Apakah Bapak/Ibu pernah mengembangkan modul matematika berbasis <i>STEAM</i> sebelumnya ?		
10.	Menurut Bapak/Ibu, apakah pengembangan modul matematika berbasis <i>STEAM</i> dapat digunakan sebagai salah satu referensi guru untuk menunjang proses pembelajaran matematika ?		

KI

Q

JEMBER

Lampiran 4. Hasil validasi tahap I

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS (STEAM)*
PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI MATERI

Peneliti : Khumaidatul Aini
 Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)* pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA
 Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)* yang dikembangkan ditinjau dari aspek materi/fisi, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

C. Aspek Kelayakan Materi Yang Dimilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan CP dan TP	Memuat capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.					✓
		Memuat materi pembelajaran yang rinci dan spesifik sehingga mudah dipelajari secara tuntas.					✓
		Kesesuaian materi yang ada pada modul dengan CP dan TP.					✓
		Kelengkapan materi yang dicantumkan.					✓
		Keluasan dan kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.					✓
2.	Keakuratan materi matematika	Keakuratan konsep dan definisi.				✓	
		Keakuratan prinsip.					✓
		Keakuratan fakta dan data.					✓
		Keakuratan contoh.				✓	
		Keakuratan soal latihan.				✓	
		Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi.					✓
		Keakuratan notasi, simbol, dan ikon.					✓
Keakuratan acuan pustaka.				✓			
3.	Pendukung materi	Keruntutan dalam penyusunan materi.					✓
		Tersedia peta konsep yang sesuai dengan materi					✓
		Tersedia petunjuk belajar dan panduan menggunakan modul.					✓
		Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi.					✓

KI

Q

JEMBER

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
		Tersedia soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya untuk mengukur penguasaan peserta didik.					✓
		Tersedia rangkuman materi.					✓
		Terdapat kunci jawaban.				✓	
4.	Integrasi STEAM pada materi	Disajikan unsur <i>science</i> /sains dalam materi.					✓
		Disajikan unsur <i>technology</i> /teknologi dalam materi.					✓
		Disajikan unsur <i>Engineering</i> /teknik dalam materi.					✓
		Disajikan unsur <i>arts</i> / seni dalam materi.					✓
		Kekomprensifan (lengkap dan menyeluruh) integrasi STEAM dengan materi.					✓
5.	Kelengkapan penyajian materi	Kelengkapan bagian pendahuluan pada modul.				✓	
		Kelengkapan bagian isi keseluruhan materi pada modul.					✓
		Kelengkapan bagian penutup pada modul.				✓	
6.	Kemanfaatan modul	Kemampuan modul untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.					✓
		Ketergunaan modul yang fleksibel.					✓
		Ketergunaan modul untuk belajar mandiri.				✓	
		Memungkinkan siswa untuk mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.					✓

KI

Q

JEMBER

D. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Jember 13 Juni 2023
 Ahli materi

Dr. Iddis Wahyuni, M.Pd

KH. ACHMAD SIDDIQ
 JEMBER

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM)
PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI DESAIN

Peneliti : Khumaidatul Aini
Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA
Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) yang dikembangkan ditinjau dari aspek desain, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

KI

Q

JEMBER

C. Aspek Desain Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar.				✓	
		Keruntutan penyajian.				✓	
		Kesesuaian dan kejelasan ilustrasi, gambar dan sketsa dengan materi.				✓	
2.	Kelayakan Kefrafikan	Kesesuaian ukuran modul yang digunakan.					✓
		Kesesuaian penggunaan variasi dan kombinasi warna.				✓	
		Penempatan ilustrasi atau hiasan pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik.					✓
		Ilustrasi sampul modul menggambarkan isi/materi ajar					✓
		Pengaturan ruang/tata letak sesuai antara materi, ilustrasi, dan data pendukung lainnya.				✓	
3.	Kualitas Tampilan	Desain menarik dan konsisten.				✓	
		Keselarasn tampilan sampul depan dan belakang.					✓
		Kesesuaian antara jenis, ukuran dan warna pada tulisan.				✓	
		Kejelasan tulisan dan gambar.				✓	
		Layout memudahkan pembaca dalam memahami materi.					✓

KI

Q

JEMBER

D. Komentor dan Saran

Secara umum desain modul ini sudah sangat bagus. Tata letaknya jelas, runtut dan tidak mengganggu materi. Hanya ada beberapa materi yang harus direvisi, Terdapat gambar dengan keterangan penyerta yang ukuran tulisannya terlalu kecil (agak besarkan) dan terdapat gambar yang kurang diberikan penjelasan.

E. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
②	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Sidoarjo, 13 Juni 2023
Ahli desain



Intan Carolina Savitri, S. Pd., M. Pd.

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM) PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI BAHASA

Peneliti : Khumaidatul Aini

Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA

Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) yang dikembangkan ditinjau dari aspek bahasa, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

C. Aspek Kelayakan Bahasa Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kelugasan	Ketepatan struktur kalimat.				✓	
		Keefektifan kalimat.				✓	
		Kebakuan istilah.			✓		
2.	Komunikatif	Keterbacaan pesan.					✓
		Penggunaan bahasa mudah dipahami, menarik dan tidak multi tafsir.				✓	
		Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.				✓	
3.	Dialogis dan interaktif.	Kemampuan memotivasi pesan atau informasi.				✓	
		Kemampuan mendorong berpikir kritis dan kreatif.				✓	
		Bahasa yang digunakan mampu mendorong peserta didik untuk mempelajari modul secara tuntas.					✓
4.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik.	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik.				✓	
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.				✓	
5.	Keruntutan dan keterpaduan alur pikir.	Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan belajar.				✓	
		Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf.					✓
6.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	Konsistensi penggunaan istilah.				✓	
		Ketepatan penggunaan tanda baca dan simbol.					✓

KI

Q

JEMBER

D. Komentar dan Saran

Secara umum penggunaan bahasa sudah bagus dengan memperhatikan penggunaan kata, kalimat dan paragraf. Telah mengikuti bahasa Indonesia yang baik dan benar.

E. Kesimpulan

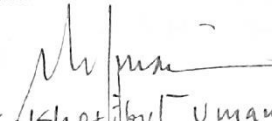
Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)* pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Jember 13 Juni 2023

Ahli bahasa


Dr. Khoirul Umam, M.A
NIP 197506092007011025

Lampiran 5. Hasil validasi tahap II

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS (STEAM)*
PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI MATERI

Peneliti : Khumaidatul Aini
Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)* pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA
Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM)* yang dikembangkan ditinjau dari aspek materi/isi, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (\surd) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

C. Aspek Kelayakan Materi Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan CP dan TP	Memuat capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.					√
		Memuat materi pembelajaran yang rinci dan spesifik sehingga mudah dipelajari secara tuntas.				√	
		Kesesuaian materi yang ada pada modul dengan CP dan TP.				√	
		Kelengkapan materi yang dicantumkan.				√	
		Keluasan dan kedalaman materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.				√	
2.	Keakuratan materi matematika	Keakuratan konsep dan definisi.				√	
		Keakuratan prinsip.				√	
		Keakuratan fakta dan data.				√	
		Keakuratan contoh.				√	
		Keakuratan soal latihan.				√	
		Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi.			√		
		Keakuratan notasi, simbol, dan ikon.				√	
		Keakuratan acuan pustaka.				√	
3.	Pendukung materi	Keruntutan dalam penyusunan materi.				√	
		Tersedia peta konsep yang sesuai dengan materi				√	
		Tersedia petunjuk belajar dan panduan menggunakan modul.				√	
		Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi.					√

KI

Q

JEMBER

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
		Tersedia soal-soal latihan, tugas, dan sejenisnya untuk mengukur penguasaan peserta didik.					√
		Tersedia rangkuman materi.				√	
		Terdapat kunci jawaban.				√	
4.	Integrasi STEAM pada materi	Disajikan unsur <i>science</i> /sains dalam materi.				√	
		Disajikan unsur <i>technology</i> /teknologi dalam materi.				√	
		Disajikan unsur <i>Engineering</i> /teknik dalam materi.				√	
		Disajikan unsur <i>arts</i> /seni dalam materi.				√	
		Kekomprensifan (lengkap dan menyeluruh) integrasi STEAM dengan materi.				√	
5.	Kelengkapan penyajian materi	Kelengkapan bagian pendahuluan pada modul.					√
		Kelengkapan bagian isi keseluruhan materi pada modul.					√
		Kelengkapan bagian penutup pada modul.					√
6.	Kemanfaatan modul	Kemampuan modul untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.				√	
		Ketergunaan modul yang fleksibel.				√	
		Ketergunaan modul untuk belajar mandiri.				√	
		Memungkinkan siswa untuk mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.				√	

KI

Q

JEMBER

D. Komentar dan Saran

Modul ajar sudah baik dan memenuhi unsur-unsur STEAM dan sudah dapat digunakan dalam pembelajaran. Namun perlu sedikit revisi pada bagian rangkuman halaman 33 (tampilkan dalam ketikan asli, bukan hasil scan).

E. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Tulungagung, 14 Juni 2023

Ahli materi



Nur Khotim Khumairoh, S.Pd.

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM)
PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI DESAIN

Peneliti : Khumaidatul Aini
Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA
Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) yang dikembangkan ditinjau dari aspek desain, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

KI

Q

JEMBER

C. Aspek Desain Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar.					✓
		Keruntutan penyajian.					✓
		Kesesuaian dan kejelasan ilustrasi, gambar dan sketsa dengan materi.				✓	
2.	Kelayakan Kefrafikan	Kesesuaian ukuran modul yang digunakan.					✓
		Kesesuaian penggunaan variasi dan kombinasi warna.					✓
		Penempatan ilustrasi atau hiasan pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik.					✓
		Ilustrasi sampul modul menggambarkan isi/materi ajar				✓	
		Pengaturan ruang/tata letak sesuai antara materi, ilustrasi, dan data pendukung lainnya.				✓	
3.	Kualitas Tampilan	Desain menarik dan konsisten.					✓
		Keselarasn tampilan sampul depan dan belakang.					✓
		Kesesuaian antara jenis, ukuran dan warna pada tulisan.				✓	
		Kejelasan tulisan dan gambar.				✓	
		Layout memudahkan pembaca dalam memahami materi.					✓

KI

Q

JEMBER

D. Komentar dan Saran

Desain tampilan sudah bagus dan sudah memenuhi unsur-unsur modul, sehingga bisa digunakan dalam pembelajaran.

E. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Jember, 15 Juni 2023
Ahli desain



Joko Sulistyono, S.Pd.

KI

Q

JEMBER

LEMBAR VALIDASI

MODUL MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM)
PADA MATERI TRIGONOMETRI

UNTUK AHLI BAHASA

Peneliti : Khumaidatul Aini
Judul Penelitian : Pengembangan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA
Materi pokok : Perbandingan Trigonometri

Bapak/ Ibu yang terhormat, dalam pengembangan modul matematika ini saya mengharapkan bantuan Bapak/ Ibu agar berkenan memberikan penilaian, saran, komentar dan masukan terhadap modul ini. Penilaian, saran, masukan dan koreksi dari Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas modul ini. Atas perhatian dan kesediaannya untuk mengisi angket ini, saya ucapkan terima kasih.

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) yang dikembangkan ditinjau dari aspek bahasa, sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika materi perbandingan trigonometri.

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap draf pengembangan modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
3. Mohon diberikan tanda checklist (✓) pada skala penilaian yang dianggap sesuai. Rentang skala penilaian adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 dengan kriteria semakin besar bilangan yang dipilih, maka semakin baik atau sesuai dengan aspek yang disebutkan.
4. Mohon Bapak/Ibu memberikan komentar atau saran revisi pada tempat yang sudah disediakan.
5. Peneliti mengucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini. Masukan yang Bapak/Ibu berikan menjadi bahan perbaikan berikutnya.

KI

Q

JEMBER

C. Aspek Kelayakan Bahasa Yang Dinilai

No	Aspek	Indikator	Skala Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kelugasan	Ketepatan struktur kalimat.					✓
		Keefektifan kalimat.				✓	
		Kebakuan istilah.			✓		
2.	Komunikatif	Keterbacaan pesan.					✓
		Penggunaan bahasa mudah dipahami, menarik dan tidak multi tafsir.					✓
		Ketepatan penggunaan kaidah bahasa.				✓	
3.	Dialogis dan interaktif.	Kemampuan memotivasi pesan atau informasi.				✓	
		Kemampuan mendorong berpikir kritis dan kreatif.				✓	
		Bahasa yang digunakan mampu mendorong peserta didik untuk mempelajari modul secara tuntas.					✓
4.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik.	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik.				✓	
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik.				✓	
5.	Keruntutan dan keterpaduan alur pikir.	Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan belajar.					✓
		Keruntutan dan keterpaduan antar paragraf.					✓
6.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon.	Konsistensi penggunaan istilah.				✓	
		Ketepatan penggunaan tanda baca dan simbol.					✓

KI

Q

JEMBER

D. Komentar dan Saran

Kata-katanya mudah untuk dipahami dan sudah menggunakan kaidah bahasa Indonesia dengan benar. Modul ini sudah dapat digunakan dalam pembelajaran.

E. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk modul matematika berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (STEAM) pada Materi Trigonometri untuk tingkat SMA/SMK/MA ini dinyatakan*):

1	Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi.
2	Layak digunakan di lapangan dengan revisi.
3	Tidak layak digunakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu

Banyuwangi, 15 Juni 2023
Ahli bahasa



Khilda Rahma Diana, S.Pd.

KI

Q

JEMBER

Lampiran 6. Dokumentasi nilai siswa kelas X materi trigonometri

DAFTAR NILAI SISWA

MAPEL : MATEMATIKA SEMESTER : GENAP
 MATERI : TRIGONOMETRI TAHUN PELAJARAN : 2022/2023
 KELAS : X IPA 1

No	Nama	Tugas			PH
		1	2	3	
1	Abdurrahman	78	80	78	50
2	Abim Ubaidatulah	75	80	75	60
3	Ahmad Hafisul Mustofa	78	78	82	72
4	Ahmad Syech Maulana Maghrobi Hamdani	80	85	80	75
5	Candra Kurniawan Ifansyah	75	80	75	70
6	Dwi Indra Adelia	78	82	75	65
7	Fathor Rozi	82	82	82	78
8	Husnul Hotim	80	78	80	75
9	Kavin Robbani	0	85	80	65
10	M Reza Agung Pratama	75	78	75	70
11	M. Maulana Alifur Rosid	85	88	78	75
12	Moch Zainal Abidin	78	82	80	78
13	Moch. Agil Maulana Abbas	90	92	85	85
14	Moh Diky Zainullah	80	78	80	72
15	Moh Virdaus Risal Hidayah	82	75	75	70
16	Moh. Ali Wafa	85	88	80	82
17	Moh.Syaiful Andriansyah	90	85	80	85
18	Moh. Birril Kholifatur Rohman	78	78	75	60
19	Mohammad Irvandi	0	78	75	50
20	Mohammad Jefri Rahmatulloh	85	85	80	82
21	Muhammad Masfiq	78	78	75	78
22	Mustakim	75	80	75	50
23	Rafii Khoirul Ihsan	78	78	75	55
24	Rikwan	75	78	75	68
25	Rosidi	75	80	78	75
26	Shohiburrohman	80	85	80	78
27	Ubaydillah	78	82	75	72


Guru Mata Pelajaran
 Matematika


 Joko Sulistvo

Lampiran 7. Dokumentasi observasi pembelajaran

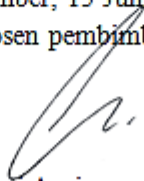


Lampiran 8. Jurnal kegiatan penelitian


JURNAL KEGIATAN PENELITIAN

No.	Hari, tanggal	Kegiatan
1.	Senin, 8 Mei 2023	Observasi pembelajaran di MA Miftahul Ulum Suren
2.	Rabu, 10 Mei 2023	Observasi pembelajaran di MA Miftahul Ulum Suren
3.	Rabu, 17 Mei 2023	Penyebaran angket analisis kebutuhan di MA Miftahul Ulum Suren
4.	Sabtu, 24 Mei 2023	Mulai membuat desain pengembangan modul matematika
5.	Selasa, 13 Juni 2023	Validasi ahli materi tahap I
6.	Selasa, 13 Juni 2023	Validasi ahli desain tahap I
7.	Selasa, 13 Juni 2023	Validasi ahli bahasa tahap I
8.	Rabu, 14 Juni 2023	Validasi ahli materi tahap II
9.	Kamis, 15 Juni 2023	Validasi ahli desain tahap II
10.	Kamis, 15 Juni 2023	Validasi ahli bahasa tahap II

Jember, 15 Juni 2023
Dosen pembimbing



Fikri Apriyono, M.Pd.

KH ACHMAD SIDDIQ
JEMBER

BIODATA PENULIS

Nama : Khumaidatul Aini

Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 11 Juni 1998

Jenis Kelamin : Perempuan

Kewarganegaraan : Indonesia

Agama : Islam

Alamat : Gang Mawar, Dusun Kili timur RT 001/ RW 003,
Desa Wonosari, Kec. Gondangwetan, Kab. Pasuruan

Email : khumaidatul4ini@gmail.com

Program studi : Tadris Matematika


Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Institusi : UIN Kiai Haji Achmad Siddiq Jember

Riwayat Pendidikan : 1. SDN WONOSARI
2. SMP NEGERI 2 GONDANGWETAN
3. SMAN 1 GONDANGWETAN PASURUAN
4. UIN KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ JEMBER

Riwayat Organisasi : 1. Himpunan Mahasiswa Program Studi Tadris
Matematika
2. PMII UIN KHAS JEMBER
3. *Intellectual Movement Community*





HASIL PRODUK PENGEMBANGAN

MODUL MATEMATIKA
BERBASIS PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY,*
***ENGINEERING, ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM)**
PADA MATERI TRIGONOMETRI
UNTUK TINGKAT SMA/SEDERAJAT

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
KH ACHMAD SIDDIQ
JEMBER



Kurikulum Merdeka

MODUL MATEMATIKA BERBASIS



SCIENCE · TECHNOLOGY
ENGINEERING · ART · MATHEMATICS

PERBANDINGAN

TRIGONOMETRI

KHUMAIDATUL AINI

X

SMA/Sederajat

Modul

MATEMATIKA

BERBASIS

PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING,
ARTS AND MATHEMATICS* (STEAM)

Materi Pokok: Trigonometri

Untuk SMA/Sederajat Kelas X

Penulis:

Khumaidatul Aini

Pembimbing:

Fikri Apriyono, M.Pd.

Program Studi Tadris Matematika

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

KIAI HAJI ACHMAD SIDDIQ

JEMBER

2023

KATA PENGANTAR

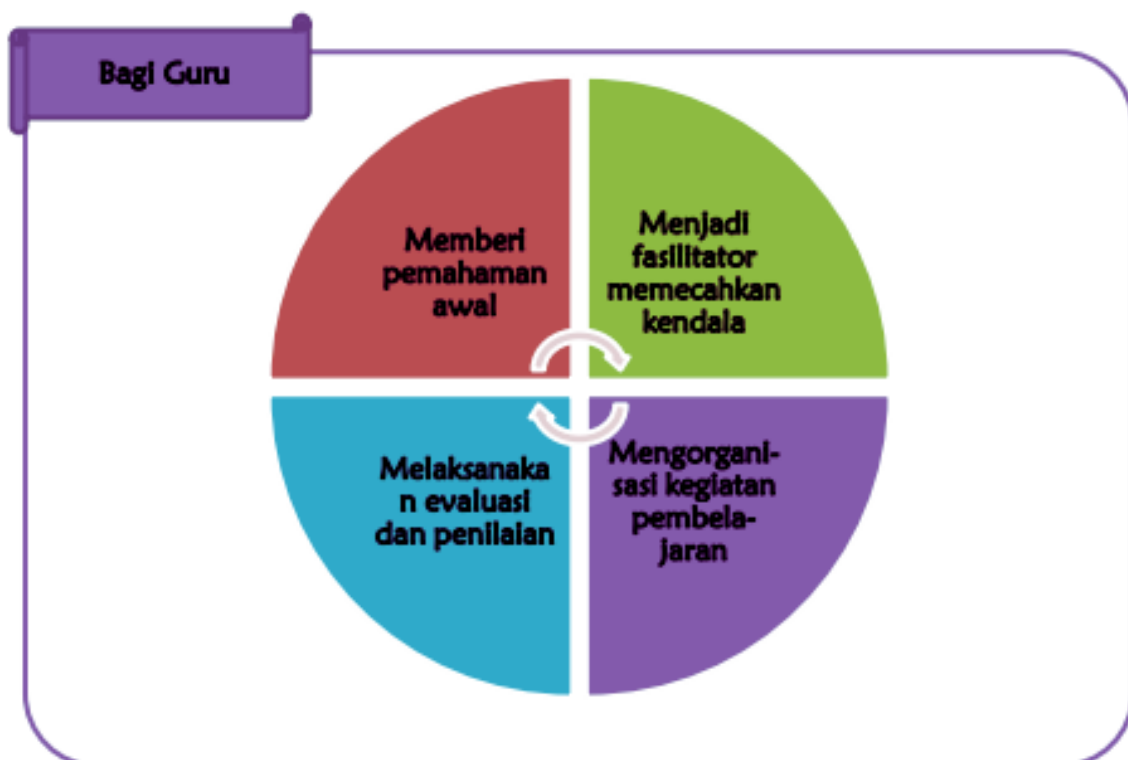
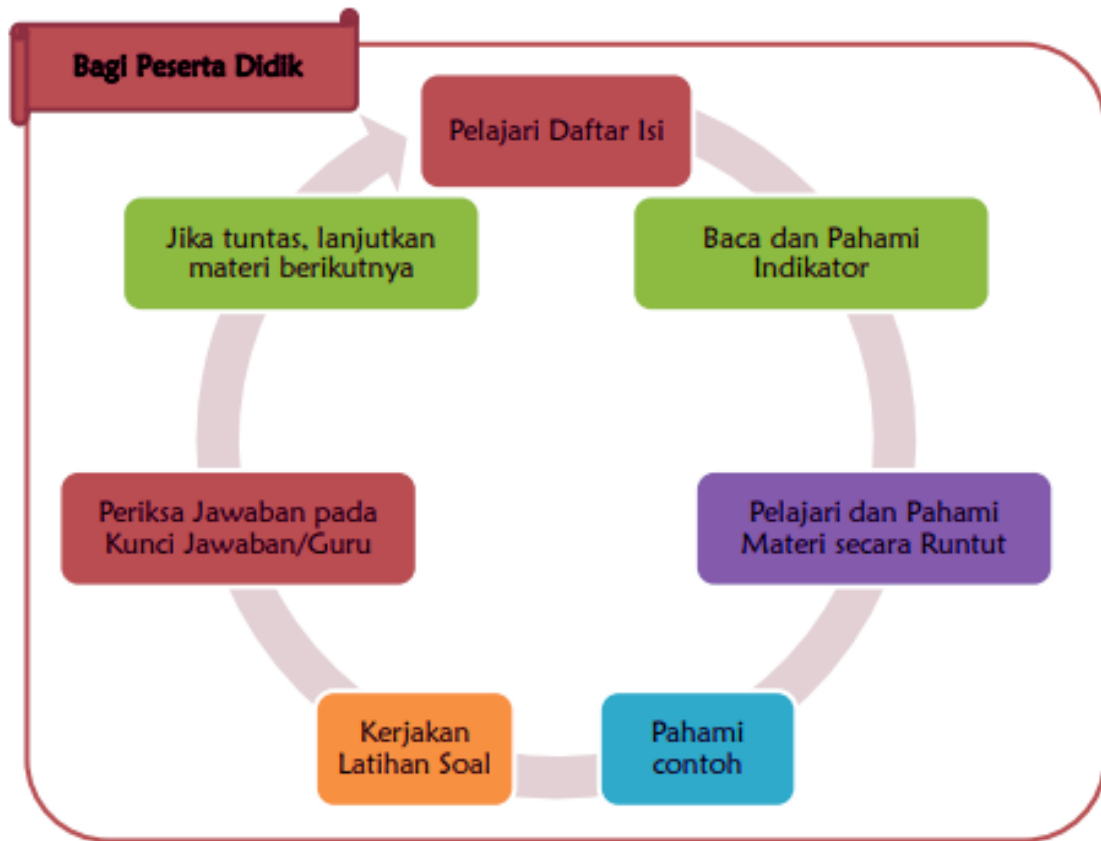
Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan YME karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan bahan ajar modul dengan pokok bahasan perbandingan trigonometri dan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) untuk SMA/Sederajat kelas X kurikulum merdeka. Modul ini membahas materi perbandingan trigonometri yang memuat tiga subbab yaitu perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan. Modul ini disusun dengan harapan dapat memberikan penjelasan terkait pemahaman konsep materi perbandingan trigonometri dan menunjang kreativitas dan inovasi dalam menyelesaikan permasalahan di dunia nyata.

Modul ini berisi materi perbandingan trigonometri yang dikaitkan dengan menggunakan lima bidang ilmu yaitu *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*. Adapun STEAM yang dimaksud dalam modul ini diantaranya *science* sebagai ringkasan materi sains dan diintegrasikan dalam soal, *technology* sebagai penerapan perkembangan teknologi terkait materi, *engineering* sebagai desain atau merancang alat sederhana dari percobaan yang akan dilakukan, *arts* sebagai cara yang digunakan untuk mengingat dan mengkomunikasikan materi yang dipelajari, serta *mathematics* sebagai ilmu pasti untuk memformulasikan persamaan matematis terkait konsep materi serta dalam hal perhitungannya. Modul ini juga berisi ringkasan materi, latihan soal yang lebih variatif, info-info menarik sebagai penambah wawasan, serta desain cover yang lebih menarik. Dengan modul ini, peserta didik dapat belajar lebih seimbang antara penguasaan materi matematika dengan ilmu lainnya.

Modul ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya, penulis menyadari dalam penyusunan modul ini jauh dari kata sempurna maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun, yang dapat membuat modul ini menjadi sempurna di masa yang akan datang.

Penulis

PANDUAN MENGGUNAKAN MODUL



HALAMAN MOTIVASI

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME karena modul ini akhirnya dapat diselesaikan. Modul ini penulis hadirkan sebagai panduan bagi siswa dalam mempelajari matematika yang sudah diintegrasikan dengan ilmu lain. Saat ini, masih banyak siswa yang menganggap matematika sebagai pelajaran yang sulit dan membosankan. Biasanya, anggapan ini muncul karena cara penyampaian materi yang berbelit-belit dan menggunakan bahasa yang sulit dipahami. Meskipun seperti itu, seorang siswa harus tetap belajar agar bisa menjadi generasi yang hebat. Ingatlah selalu kalam Ilahi dan *quotes* dari ulama hebat berikut.

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

— QS. Al-Insyirah : 6

"Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan."

- Imam Syafi'i

Setelah mempelajari materi pada modul ini, siswa diharapkan memahami materi yang disajikan. Oleh karena itu, konsep yang disajikan pada modul matematika ini disampaikan secara logis, sistematis, dan menggunakan bahasa yang sederhana. Selain itu, modul ini juga memiliki tampilan yang menarik sehingga siswa tidak akan merasa bosan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu terwujudnya modul ini. Semoga modul ini berguna dan dapat dijadikan panduan dalam mempelajari matematika. Percayalah, matematika itu mudah dan menyenangkan. Selamat belajar.

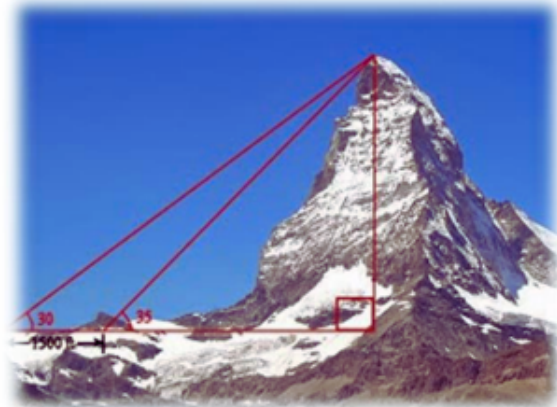
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN IDENTITAS	i
KATA PENGANTAR	ii
PANDUAN MENGGUNAKAN MODUL	iii
HALAMAN MOTIVASI	iv
DAFTAR ISI	v
PENDAHULUAN	1
IDENTITAS MATERI	2
PETUNJUK BELAJAR	3
PETA KONSEP	4
KATA KUNCI	4
KP. 1 PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU	5
LATIHAN SOAL 1	19
KP. 2 PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SUDUT BERELASI DI BERBAGAI KUADRAN	20
LATIHAN SOAL 2	34
KP. 3 APLIKASI PERBANDINGAN TRIGONOMETRI DALAM KEHIDUPAN	35
LATIHAN SOAL 3	45
EVALUASI	46
KUNCI JAWABAN KP. 1	48
KUNCI JAWABAN KP. 2	50
KUNCI JAWABAN KP. 3	51
KUNCI JAWABAN EVALUASI	53
UMPAN BALIK	56
GLOSARIUM	57
DOA SEBELUM DAN SESUDAH BELAJAR	58
DAFTAR PUSTAKA	59

PENDAHULUAN

Trigonometri merupakan salah satu cabang ilmu dalam matematika yang sudah berusia cukup tua. Trigonometri memang dilahirkan beberapa abad sebelum masehi, tetapi dalam perkembangannya orang Islamlah yang justru banyak menggunakan dan melakukan pengembangan.



Ilmuwan Islam pada zaman dahulu menggunakan dan mengembangkan ilmu trigonometri untuk keperluan beberapa hal yang berkaitan dengan astronomi, yang tentunya berangkat dari kebutuhannya melaksanakan ibadah. Ilmu trigonometri seringkali digunakan sebagai alat untuk menentukan arah kiblat, masuknya waktu shalat, dan juga perhitungan tanggal dalam kalender hijriah. Berangkat dari semangat tersebut, modul ini didesain agar dapat meningkatkan semangat dan motivasi siswa untuk belajar trigonometri.

Tahukah kamu apa itu “trigonometri”? istilah trigonometri berasal dari bahasa Yunani yang dibentuk dari kata “*tri*” yang berarti tiga, “*gonon*” bermakna sudut, dan “*metria*” yang berarti pengukuran. Jadi, ilmu trigonometri adalah cabang matematika yang mempelajari dan menyelidiki hubungan antara garis-garis dan sudut-sudut dalam segitiga. Trigonometri berarti melakukan perhitungan yang berkaitan dengan sudut. Ilmu ukur sudut dipelajari secara khusus dalam trigonometri yang mengkaji hubungan antara sisi dan sudut dalam suatu segitiga dan sifat-sifat serta aplikasinya dalam berbagai bidang seperti mengukur ketinggian suatu pohon, bangunan, tiang bendera dan lain sebagainya.

Dalam modul ini akan dibahas materi trigonometri dengan sub materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan.

Berdasarkan uraian tersebut, kalian dapat mengetahui betapa luasnya penggunaan trigonometri dalam kehidupan sehari-hari. Bagaimana, menarikkan? Mudah-mudahan kalian termotivasi untuk mempelajari lebih dalam materi trigonometri ini.

IDENTITAS MATERI

A Judul

Judul materi pada modul ini yaitu perbandingan trigonometri

B Topik pembahasan

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran, antara lain :

- KP 1: Perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan sudut istimewa
- KP 2: Perbandingan trigonometri sudut berelasi di berbagai kuadran
- KP 3: Aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan

C Capaian Pembelajaran

Berdasarkan domainnya, materi ini termasuk ke dalam domain geometri. Di akhir fase E, peserta didik dapat menentukan perbandingan trigonometri dan memecahkan masalah yang melibatkan segitiga siku-siku.

D Tujuan Pembelajaran

Berdasarkan domainnya, tujuan pembelajaran yang akan dicapai melalui modul ini, antara lain :

- G.2 Menjelaskan definisi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan dihubungkan dengan konsep pythagoras.
- G.3 Mengidentifikasi trigonometri pada kuadran dan menghubungkan pada konsep sudut berelasi dan sudut istimewa pada trigonometri.
- G.4 Menyelesaikan masalah kontekstual berkaitan dengan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku.

E Pengetahuan Prasyarat

Perbandingan (rasio), Kesebangunan Segitiga, dan Teorema Pythagoras.

F Profil Pelajar Pancasila

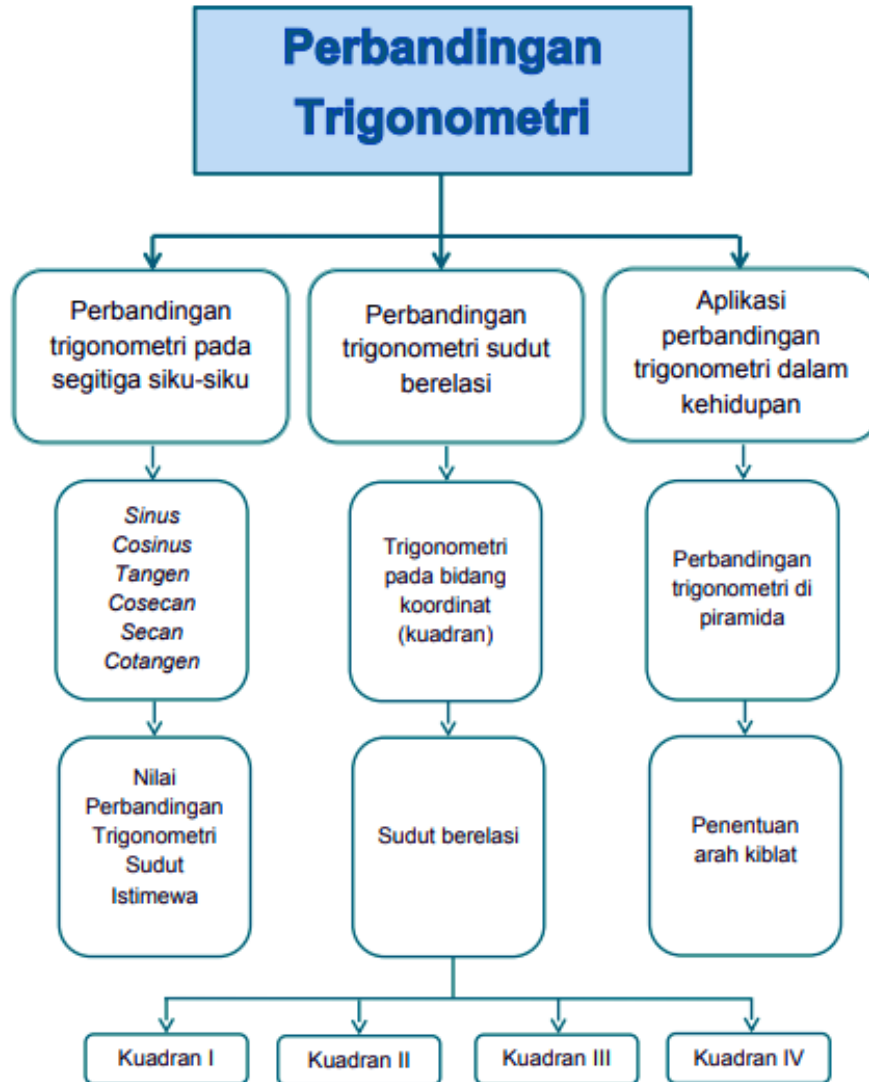
- **Berpikir kritis dan kreatif** dalam menentukan penyelesaian terkait perbandingan trigonometri dalam masalah kontekstual.
- **Gotong royong dan kerjasama** dengan berkolaborasi bersama teman kelompok untuk menyelesaikan masalah kontekstual dan proyek yang berkaitan dengan perbandingan trigonometri.

PETUNJUK BELAJAR

Modul matematika berbasis pendekatan *science, technology, engineering, arts and mathematics* (STEAM) pada materi trigonometri untuk tingkat SMA/Sederajat ini terdiri dari 3 sub materi yang akan diuraikan ke dalam 3 Kegiatan Pembelajaran. Agar kalian berhasil menguasai dan memahami materi dalam modul ini, lalu dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, maka bacalah dengan cermat dan ikuti panduan penggunaan modul yang ada dan petunjuk belajar berikut dengan baik, antara lain:

- Bacalah doa terlebih dahulu, agar diberikan kemudahan dalam mempelajari materi ini (terdapat dalam akhir modul ini).
- Pelajarilah modul secara berurutan karena materi sebelumnya menjadi prasyarat untuk mempelajari materi berikutnya.
- Pelajarilah materi ini dengan seksama, sehingga isi materi ini dapat dipahami dengan baik.
- Diskusikan dengan teman dan/atau guru kalian.
- Pelajarilah contoh-contoh soal dan cara penyelesaiannya untuk menambah pemahaman kalian, lalu kerjakan latihan soal yang tertera disetiap akhir kegiatan pembelajaran.
- Jika kalian mempunyai kesulitan yang tidak dapat kalian pecahkan. Catatlah, kemudian tanyakan kepada guru saat kegiatan pembelajarn atau bacalah referensi lain yang berhubungan dengan materi pada modul ini.
- Setelah belajar, akhirilah dengan berdoa agar apa yang dipelajari menjadi ilmu yang bermanfaat (terdapat dalam akhir modul ini).

PETA KONSEP



KATA KUNCI

Perbandingan trigonometri, nilai perbandingan/ nilai rasio, segitiga siku-siku, sisi miring (hipotenusa), sisi depan, sisi samping, sinus, cosinus, tangen, sudut, sudut istimewa, relasi sudut, klinometer



PERBANDINGAN TRIGONOMETRI PADA SEGITIGA SIKU-SIKU

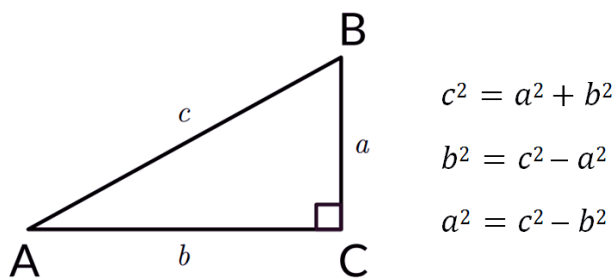
Tujuan Pembelajaran

- G.2.1 Memahami sisi segitiga dengan tepat sesuai dengan sudut segitiganya.
- G.2.2 Menerapkan perbandingan trigonometri untuk menentukan panjang sisi segitiga.
- G.2.3 Menentukan nilai sinus, cosinus, dan tangen dari sudut istimewa segitiga siku-siku.



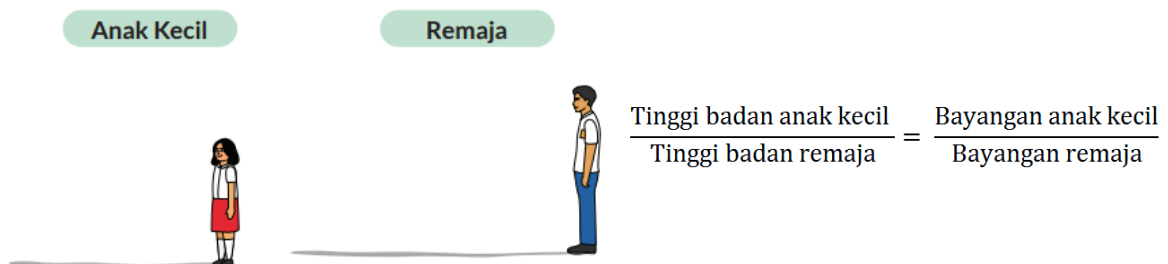
Ayo Mengingat Kembali

Sebelum memasuki pembahasan mengenai perbandingan trigonometri, terlebih dahulu mengingat tentang suatu teorema yang berlaku pada segitiga siku-siku yaitu teorema *pythagoras*. Teorema *Pythagoras* menyatakan bahwa kuadrat hipotenusa merupakan jumlah dari kuadrat dua sisi lainnya. Secara matematis, teorema *Pythagoras* dapat dinyatakan sebagai berikut:



Gambar 1.1 Teorema Pythagoras

Selain itu, materi yang juga perlu diingat adalah perbandingan. Rasio atau nilai perbandingan yaitu nilai yang menjelaskan keterkaitan antara dua hal atau dua bilangan.



Gambar 1.2 Konsep rasio

Dalam segitiga, konsep rasio perbandingan ini digunakan dalam konsep kesebangunan segitiga. Kedua materi tersebut yang akan digunakan sebagai dasar dalam mempelajari perbandingan trigonometri.

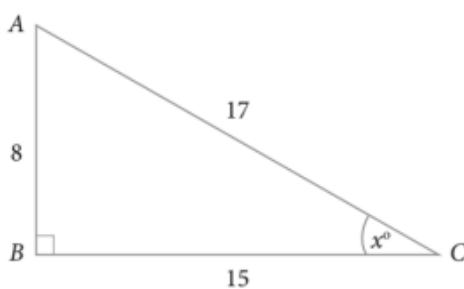


Amatilah masalah berikut!

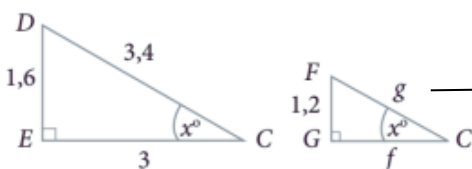
Pak Amin adalah seorang penjaga sekolah. Tinggi pak Amin adalah 1,6 m. Dia mempunyai anak bernama Yusuf yang masih kelas 2 SD dan memiliki tinggi badan 1,2 m. Yusuf adalah anak yang cerdas dan suka bertanya. Pada suatu hari Yusuf bertanya kepada ayahnya tentang tinggi tiang bendera di lapangan. Dengan senyum, ayahnya menjawab 8 m. Suatu sore, di saat dia menemani ayahnya membersihkan rumput liar di lapangan, Yusuf melihat bayangan setiap benda di tanah. Dia mengambil tali meteran dan mengukur panjang bayangan ayahnya dan panjang bayangan tiang bendera, yaitu 3 m dan 15 m. Tetapi ia tidak dapat mengukur panjang bayangannya sendiri karena bayangannya selalu mengikuti pergerakannya. Dapatkah kamu memperkirakan panjang bayangan Yusuf ?

Alternatif Penyelesaian

Pada cerita tersebut, terdapat konsep kesebangunan pada segitiga. Mari kita gambarkan segitiga sebagaimana cerita di atas. Terdapat tiga segitiga sebangun yaitu $\triangle ABC$, $\triangle DEC$, dan $\triangle FGC$ sebagai berikut.



Dimana:
 AB = tinggi tiang bendera (8 m)
 BC = panjang bayangan tiang (15 m)
 DE = tinggi Pak Amin (1,6)
 EC = panjang bayangan Pak Amin (3 m)
 FG = tinggi Yusuf (1,2 m)
 GC = panjang bayangan Yusuf



Semua sisi *hipotenusa* dicari menggunakan rumus *pythagoras*

Dengan $GC = f$, karena sisi f berada di depan sudut F dan $FC = g$, karena sisi g berada di depan sudut G. Sudut C (x) besarnya sama pada semua segitiga karena ketiga segitiga tersebut sebangun, dimana sudut tersebut sama-sama terbentuk dari bayangan dan arah datangnya cahaya.

Karena $\triangle ABC$, $\triangle DEC$, dan $\triangle FGC$ adalah sebangun, maka berlaku

$$\frac{FG}{DE} = \frac{GC}{EC} \rightarrow \frac{1,2}{1,6} = \frac{f}{3} \rightarrow f = 2,25 \text{ jadi panjang bayangan Yusuf adalah } 2,25 \text{ m.}$$

Selanjutnya, kita dapat menggunakan permasalahan tersebut untuk menemukan definisi dari perbandingan trigonometri.



Lab Mini



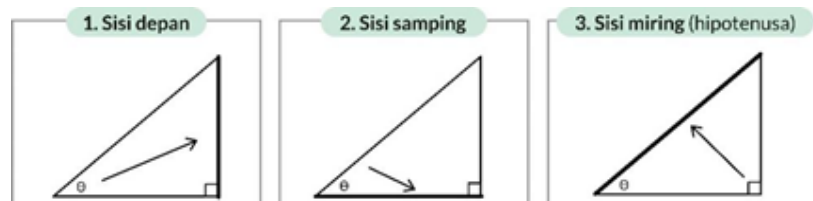
Bayangan muncul karena adanya cahaya. **Cahaya** bergerak dalam garis lurus dengan kecepatan 300.000 kilometer per detik. Sederhananya, bayangan terbentuk karena ada objek yang menghalangi cahaya. Karena itulah **bayangan selalu mengikuti kita**.



Math Zone



Perbandingan trigonometri secara sederhana adalah perbandingan nilai segitiga siku – siku yang istimewa dan berguna. Ketiga garis dalam segitiga siku – siku mempunyai nama tertentu. Tiga nama untuk setiap sisi segitiga adalah sisi depan, sisi samping, dan sisi miring (*hipotenusa*).



Gambar 1.3 Jenis sisi segitiga

Sisi depan $\angle \theta$ adalah sisi yang berada tepat di hadapan $\angle \theta$.

Sisi samping $\angle \theta$ adalah sisi yang berada tepat di samping $\angle \theta$ dan tegak lurus sisi depannya.

Dan sisi miring (*hipotenusa*) adalah sisi yang berada tepat di depan sudut siku-siku.

Ketika matematikawan zaman kuno mempelajari segitiga, mereka menemukan pola nilai perbandingan (rasio) panjang sisi segitiga siku – siku. Hubungan perbandingan sudut (lancip) dengan panjang sisi-sisi suatu segitiga siku-siku dinyatakan dalam definisi berikut (Sinaga, dkk, 2017:132).

Definisi Perbandingan Trigonometri

- (1) *Sinus* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di depan sudut dengan sisi miring segitiga, ditulis :

$$\sin \theta = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi miring}}$$

- (2) *Cosinus* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di samping sudut dengan sisi miring segitiga, ditulis :

$$\cos \theta = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi miring}}$$

- (3) *Tangen* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi di depan sudut dengan sisi di samping sudut, ditulis :

$$\tan \theta = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi samping}}$$

- (4) *Cosecan* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi miring segitiga dengan sisi di depan sudut, ditulis :

$$\operatorname{cosec} \theta = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi depan}} \text{ atau } \operatorname{cosec} \theta = \frac{1}{\sin \theta}$$

- (5) *Secan* θ didefinisikan sebagai perbandingan panjang sisi miring segitiga dengan sisi di samping sudut, ditulis :

$$\sec \theta = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi samping}} \text{ atau } \sec \theta = \frac{1}{\cos \theta}$$

- (6) *Cotangen* θ didefinisikan sebagai perbandingan sisi di samping sudut dengan sisi di depan sudut, ditulis :

$$\operatorname{cotan} \theta = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi depan}} \text{ atau } \cot \theta = \frac{1}{\tan \theta}$$



Lab Mini

Sudut dibentuk oleh dua sinar dengan titik pangkal yang sama yang disebut titik sudut (*vertex*). Sudut yang kecil disebut sudut *inferior* dan sudut *refleksi* sama dengan 360° . Besaran sudut dapat dinyatakan dengan simbol α (*alpha*), β (*betha*), γ (*gamma*), dan θ (*tetha*), dan dapat dinyatakan juga dengan huruf kapital seperti A, B, C dst. Selain itu, arah putaran memiliki makna dalam sudut:

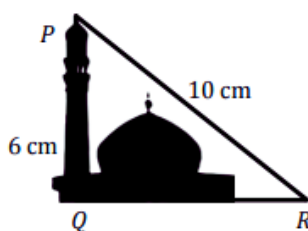
- Sudut bertanda “positif” jika arah putarannya berlawanan dengan arah putaran jarum jam.
- Sudut bertanda “negatif” jika arah putarannya searah dengan jarum jam.

Dalam *sains*, disebut **sinar** jika sumber terangnya adalah dari benda yg bisa memancarkan terang itu sendiri. Contohnya: sinar matahari. Disebut **cahaya** jika sumber terangnya hanya berupa pantulan dari benda yang bersinar. Contohnya: cahaya bulan.

- Sinar *alpha* merupakan radiasi partikel bermuatan positif.
- Sinar *betha* merupakan radiasi partikel bermuatan negatif.
- Sinar *gamma* merupakan energi murni, tanpa bobot yang disebut foton.

Contoh Soal 1

Math Zone



Seorang teknisi yang akan memasang kamera pengintai (cctv) sedang mengamati puncak menara dari titik *R*.

Jika α berada disudut *R*, maka nilai $\tan \alpha$ adalah...

Penyelesaian:

- $\tan \alpha = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi samping}} = \frac{PQ}{QR}$
- Untuk itu, terlebih dahulu kita harus mengetahui panjang sisi QR

- Gunakan teorema Pythagoras untuk menemukan sisi segitiga yang lainnya

$$PR^2 = PQ^2 + QR^2$$

Diketahui $PR = 10$ dan $PQ = 6$, maka

$$10^2 = 6^2 + QR^2$$

$$10^2 - 6^2 = QR^2$$

$$QR^2 = 100 - 36$$

$$QR^2 = 64$$

$$QR = 8$$

- $\tan \alpha = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi samping}} = \frac{PQ}{QR} = \frac{6}{8}$

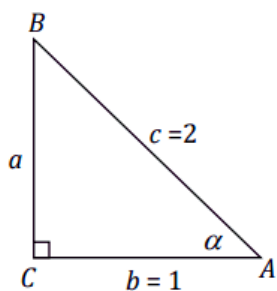
Jadi, nilai $\tan \alpha$ adalah $\frac{6}{8}$ atau $\frac{3}{4}$

Contoh Soal 2

Diketahui $\cos \alpha^\circ = \frac{1}{2}$ dan α° sudut lancip ($0^\circ < \alpha^\circ < 90^\circ$). Carilah nilai perbandingan trigonometri sudut α° yang lain.

Jawab:

Gambarlah segitiga siku-siku ABC sehingga nilai perbandingan trigonometri $\cos \alpha^\circ = \frac{1}{2}$



Nilai a dicari dengan menggunakan teorema Pythagoras:

$$a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{4 - 1} = \sqrt{3}$$

Jadi, nilai perbandingan trigonometri sudut α yang lain adalah:

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

$$\sec \alpha = \frac{c}{b} = \frac{2}{1} = 2$$

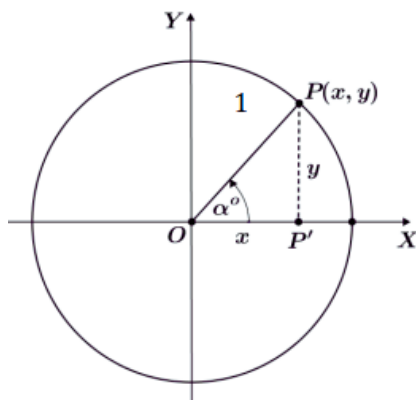
$$\operatorname{cosec} \alpha = \frac{c}{a} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

Perbandingan Trigonometri Sudut-sudut Istimewa

Sudut istimewa adalah suatu sudut di mana nilai perbandingan trigonometrinya dapat ditentukan secara langsung tanpa menggunakan daftar trigonometri atau kalkulator. Sudut-sudut yang dimaksud adalah sudut-sudut yang besarnya 0° , 30° , 45° , 60° , dan 90° .

Nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa dapat ditentukan dengan menggunakan konsep lingkaran satuan seperti pada gambar berikut.

Dengan jari-jari lingkaran = $OP = r = 1$, titik P merupakan titik pada sisi lingkaran, x merupakan koordinat sumbu x pada titik P , dan y merupakan koordinat sumbu y pada titik P . Sedangkan α merupakan sudut yang dibentuk oleh sumbu x dan jari-jari.



Gambar 1.4 Lingkaran satuan dengan $r = 1$ dan sudut pusat α

Berdasarkan definisi perbandingan trigonometri, diperoleh hubungan:

$$\sin \alpha^\circ = \frac{PP'}{OP} = \frac{y}{1} = y$$

$$\cos \alpha^\circ = \frac{OP'}{OP} = \frac{x}{1} = x$$

$$\tan \alpha^\circ = \frac{PP'}{OP'} = \frac{y}{x}, \text{ dengan syarat } x \neq 0.$$

Jadi, dalam lingkaran satuan ini koordinat titik $P(x, y)$ dapat dinyatakan sebagai $P(\cos \alpha^\circ, \sin \alpha^\circ)$.

1. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 0°

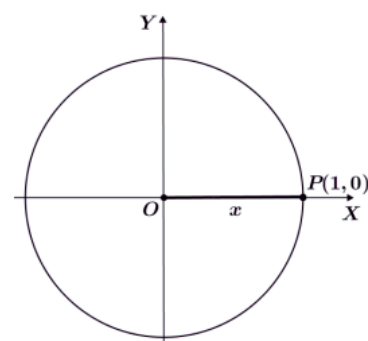
Perhatikan gambar di samping. Koordinat titik P adalah $(1, 0)$, sehingga $(1, 0) = (\cos 0^\circ, \sin 0^\circ)$ dan OP atau r berimpit dengan sumbu x , sehingga $y = 0$

maka diperoleh:

$$\sin 0^\circ = 0$$

$$\cos 0^\circ = 1$$

$$\tan 0^\circ = \frac{\sin 0^\circ}{\cos 0^\circ} = \frac{0}{1} = 0$$



Gambar 1.5 Sudut $\alpha = 0^\circ$ dan r berimpit dengan sumbu x

2. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 30°

Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha^\circ = 30^\circ$, maka $\angle OPQ = 60^\circ$, sehingga $\triangle OPQ$ merupakan segitiga sama sisi dengan panjang sisi $OP = OQ = PQ = 1$, dan $PP' = QP' = \frac{1}{2}$ atau ordinat $y = \frac{1}{2}$.

$\triangle OPP'$ siku-siku di P' , dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:

$$\begin{aligned} (OP')^2 + (PP')^2 &= (OP)^2 \\ \Leftrightarrow (OP')^2 &= (OP)^2 - (PP')^2 \\ \Leftrightarrow (OP')^2 &= 1^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 \\ \Leftrightarrow (OP')^2 &= 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \\ \Leftrightarrow OP' &= \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3} \end{aligned}$$

OP' menyatakan absis titik P atau $x = \frac{1}{2}\sqrt{3}$

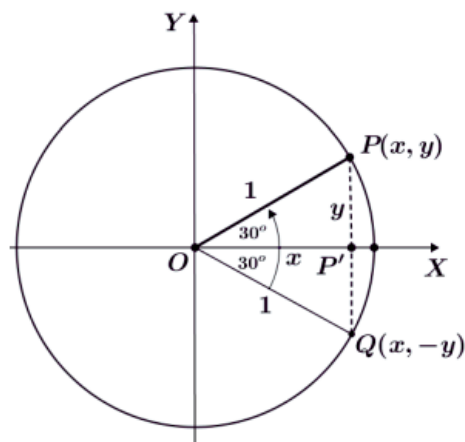
Jadi, untuk $\alpha = 30^\circ$, maka koordinat titik P

adalah $\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}, \frac{1}{2}\right) = (\cos 30^\circ, \sin 30^\circ)$, maka diperoleh:

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2},$$

$$\cos 30^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}, \text{ dan}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

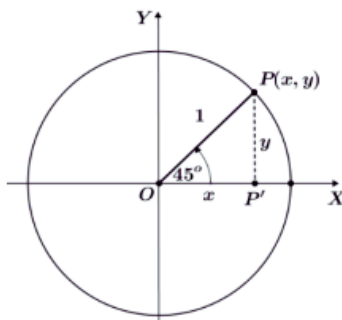


Gambar 1.6 Sudut $\alpha = 30^\circ$ dan $\triangle OPQ$ merupakan segitiga sama sisi

3. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 45°

Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha = 45^\circ$, maka $\triangle OPP'$ merupakan segitiga sama kaki dengan panjang sisi $OP = PP'$ atau $x = y$. Dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:

$$\begin{aligned} (OP')^2 + (PP')^2 &= (OP)^2 \\ \Leftrightarrow x^2 + y^2 &= 1 \\ \Leftrightarrow 2x^2 &= 1 \\ \Leftrightarrow x^2 &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$



$$\Leftrightarrow x = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}\sqrt{2}$$

Gambar 1.7 Sudut $\alpha = 45^\circ$ dan $\triangle OPP'$ merupakan segitiga sama kaki

Karena $x = y$, maka $y = \frac{1}{2}\sqrt{2}$

Jadi, untuk $\alpha = 45^\circ$, maka koordinat titik P adalah $\left(\frac{1}{2}\sqrt{2}, \frac{1}{2}\sqrt{2}\right) = (\cos 45^\circ, \sin 45^\circ)$, maka diperoleh:

$$\sin 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2},$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{2}, \text{ dan}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{\sin 45^\circ}{\cos 45^\circ} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{2}}{\frac{1}{2}\sqrt{2}} = 1$$

4. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 60°

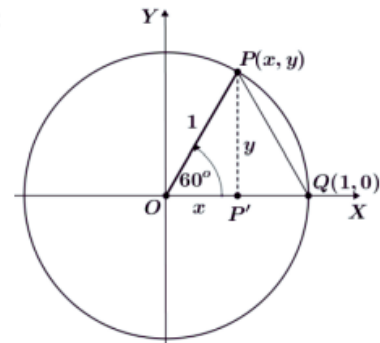
Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha^\circ = 60^\circ$, maka $\triangle OPQ$ merupakan segitiga sama sisi dengan panjang sisi $OP = OQ = PQ = 1$, dan $OP' = QP' = \frac{1}{2}$ sehingga absis $x = \frac{1}{2}$. Dengan menggunakan teorema Pythagoras diperoleh hubungan:

$$\begin{aligned} (OP')^2 + (PP')^2 &= (OP)^2 \\ \Leftrightarrow (PP')^2 &= (OP)^2 - (OP')^2 \\ \Leftrightarrow (PP')^2 &= 1^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 \\ \Leftrightarrow (PP')^2 &= 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \\ \Leftrightarrow PP' &= \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{3} \end{aligned}$$

PP' menyatakan ordinat titik P atau $y = \frac{1}{2}\sqrt{3}$

Jadi, untuk $\alpha^\circ = 60^\circ$, maka koordinat titik P adalah $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\sqrt{3}\right) = (\cos 60^\circ, \sin 60^\circ)$, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \sin 60^\circ &= \frac{1}{2}\sqrt{3}, \\ \cos 60^\circ &= \frac{1}{2}, \text{ dan} \\ \tan 60^\circ &= \frac{\sin 60^\circ}{\cos 60^\circ} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{3}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{3} \end{aligned}$$



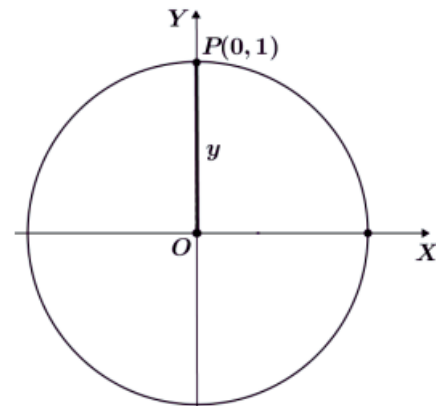
Gambar 1.8 Sudut $\alpha = 60^\circ$

5. Nilai Perbandingan Trigonometri untuk Sudut 90°

Perhatikan gambar di samping. Jika $\alpha^\circ = 90^\circ$, maka kaki sudut OP berimpit dengan sumbu Y positif atau titik P berada pada sumbu Y positif. Koordinat titik P adalah $(0, 1)$, sehingga $(0, 1) = (\cos 90^\circ, \sin 90^\circ)$

maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \sin 90^\circ &= 1 \\ \cos 90^\circ &= 0 \\ \tan 90^\circ &= \\ \frac{\sin 90^\circ}{\cos 90^\circ} &= \frac{1}{0} \text{ (tidak didefinisikan)} \end{aligned}$$



Gambar 1.9 Sudut $\alpha = 90^\circ$ dan $r=1$ berimpit dengan sumbu y

Tabel 1.1
Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut Istimewa

Perbandingan Trigonometri	Sudut (α)				
	0°	30°	45°	60°	90°
Sin α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
Cos α	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Tangen α	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	~

Perbandingan Trigonometri	Sudut (α)				
	0°	30°	45°	60°	90°
Cosec α	\sim	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	1
Sec α	1	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	2	\sim
Cotan α	\sim	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0

Contoh Soal 3

Hitunglah:

- $\tan 30^\circ + \tan 45^\circ$
- $\sec 0^\circ + \sec 45^\circ$
- $\frac{\operatorname{cosec} 30^\circ + \operatorname{cosec} 90^\circ}{\sec 0^\circ + \sec 60^\circ}$

Jawab:

- $\tan 30^\circ + \tan 45^\circ = \frac{1}{3}\sqrt{3} + 1 = \frac{1}{3}(\sqrt{3} + 3)$
- $\sec 0^\circ + \sec 45^\circ = \frac{1}{\cos 0^\circ} + \frac{1}{\cos 45^\circ} = \frac{1}{1} + \frac{1}{\frac{1}{2}\sqrt{2}} = 1 + \frac{2}{\sqrt{2}} = 1 + \sqrt{2}$
- $\frac{\operatorname{cosec} 30^\circ + \operatorname{cosec} 90^\circ}{\sec 0^\circ + \sec 60^\circ} = \frac{\frac{1}{\sin 30^\circ} + \frac{1}{\sin 90^\circ}}{\frac{1}{\cos 0^\circ} + \frac{1}{\cos 60^\circ}} = \frac{\frac{1}{\frac{1}{2}} + \frac{1}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{\frac{1}{2}}} = \frac{2+1}{2+1} = 1$

Contoh Soal 4

Tunjukkan bahwa:

- $\sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ = 1$
- $1 + \tan^2 45^\circ = \sec^2 45^\circ$

Jawab:

$$a. \sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ = \left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right)^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

Jadi, terbukti bahwa $\sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ = 1$

$$b. \text{Bagian ruas kiri: } 1 + \tan^2 45^\circ = 1 + (1)^2 = 1 + 1 = 2$$

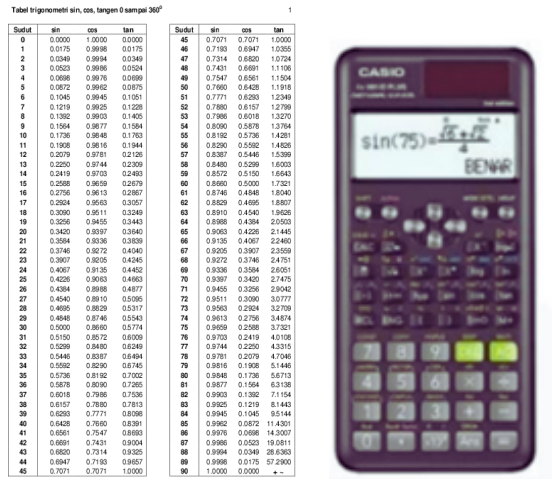
$$\text{Bagian ruas kanan: } \sec^2 45^\circ = \frac{1}{\cos^2 45^\circ} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right)^2} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

Ruas kiri = ruas kanan = 2

Jadi, terbukti bahwa $1 + \tan^2 45^\circ = \sec^2 45^\circ$

Bagaimana cara kalian menyelesaikan permasalahan jika sudutnya bukan sudut istimewa dan bukan segitiga siku-siku? Seringkali dalam praktek di kehidupan nyata, kalian dihadapkan pada pengukuran sudut lain yang tidak termasuk ke dalam sudut istimewa. Sudut-sudut lain tersebut memiliki nilai perbandingan trigonometri yang tidak dapat di hafal seperti halnya pada sudut istimewa.

Ada **tiga** cara yang dapat dilakukan untuk menentukan nilai perbandingan trigonometri yaitu dengan menggunakan tabel sudut trigonometri, kalkulator, dan GeoGebra.



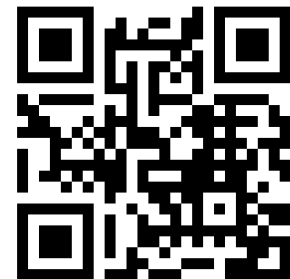
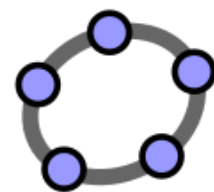
Gambar 1.10 Tabel trigonometri dan kalkulator

Kamu juga dapat memanfaatkan GeoGebra untuk mencari nilai perbandingan trigonometri yang bukan sudut istimewa.

GeoGebra ada yang berbentuk aplikasi dan dapat didownload, dan ada yang bisa di akses secara online. Berikut langkah untuk dapat mengakses GeoGebra secara online :

- Ketik <https://www.geogebra.org/> untuk dapat mengakses GeoGebra.
- Atau akses melalui kode QR disamping.
- Setelah masuk ke websitenya, pilih aplikasi GeoGebra sesuai keperluan pada tab menu disamping *sign in* .

(Untuk mencari nilai trigonometri, kamu dapat menggunakan *calculator suite*, *CAS calculator*, dan lainnya).



Gambar 1.11 Kode QR GeoGebra



Kreasi

Nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa dapat ditentukan dengan lebih mudah menggunakan konsep lingkaran satuan dengan bantuan alat peraga, seperti parometri (papan roda trigonometri).

{Selengkapnya bisa dilihat dan dipraktikkan di Kegiatan Pembelajaran 2 (setelah KP ini ya) ...}



Gambar 1.12 Parometri



Pojok Seni

Untuk mempermudah mengingat nilai perbandingan trigonometri, kalian dapat mengkreasi cara dalam menghafalnya. Salah satu contohnya dapat dibuat cover lagu seperti berikut.

{Scan kode QR dibawah ini untuk melihat contohnya !}



Gambar 1.13 Kode QR cover lagu perbandingan trigonometri

Yuk belajar trigonometri sambil nyanyi ... !

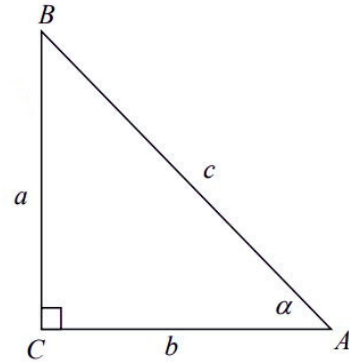
Contoh lirik cover lagu "celengan rindu"

Ayo kawan-kawan semua, kita belajar trigonometri
Janganlah menyerah, kalau memahami setiap rumusnya
Ayo kita mulai dari, perbandingan trigonometri
Ada cosinus, lalu sinus dan ada juga tangen
Sinus depan dibagi miring
Cosinus samping dibagi miring
Tangen depan dibagi samping
Berikutnya hafalkan nilai sudut istimewa
..... dst

RANGKUMAN

1. Definisi Perbandingan Trigonometri pada Segitiga Siku-Siku

1. $\sin \alpha = \frac{\text{sisi di depan sudut } \alpha}{\text{sisi miring}} = \frac{a}{c}$
2. $\cos \alpha = \frac{\text{sisi di samping sudut } \alpha}{\text{sisi miring}} = \frac{b}{c}$
3. $\tan \alpha = \frac{\text{sisi di depan sudut } \alpha}{\text{sisi di samping sudut } \alpha} = \frac{a}{b}$
4. $\cot \alpha = \frac{\text{sisi di samping sudut } \alpha}{\text{sisi di depan sudut } \alpha} = \frac{b}{a}$
5. $\sec \alpha = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi di samping sudut } \alpha} = \frac{c}{b}$
6. $\csc \alpha = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi di depan sudut } \alpha} = \frac{c}{a}$



2. Rangkuman Nilai Perbandingan Trigonometri Sudut Istimewa

	Besarnya sudut α°				
	0°	30°	45°	60°	90°
$\sin \alpha^\circ$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1
$\cos \alpha^\circ$	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan \alpha^\circ$	0	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	-
$\cot \alpha^\circ$	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	0
$\sec \alpha^\circ$	1	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	2	-
$\csc \alpha^\circ$	-	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{3}\sqrt{3}$	1

Matematika adalah ilmu yang termurah. Tidak seperti fisika atau kimia yang memerlukan peralatan mahal. Yang dibutuhkan matematika adalah pensil dan kertas.

POLYA GEORGE
(ahli matematika Hongaria)

Kata Ahli



LATIHAN SOAL 1

Untuk meningkatkan pemahaman, coba kalian kerjakan latihan soal berikut, kemudian cocokkan jawaban kalian dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini.

Jangan melihat kunci dulu sebelum kalian mengerjakan (budayakan jujur terhadap diri sendiri).

1. Terdapat sebuah segitiga ABC siku-siku di C.

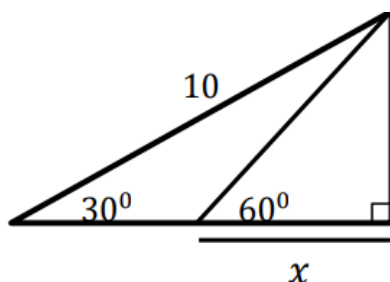
Apabila $\sin A = 0.5$, tentukan:

- a. $\cos A$ dan $\tan A$
- b. $\sec A$

2. Diketahui segitiga ABC siku-siku di B, jika panjang AC adalah 8 cm, dan besar sudut $A = 30^\circ$.

Hitunglah AB dan BC !

3. Hitunglah nilai x pada gambar dibawah ini.



4. Apabila $\sin \theta = \frac{3}{5}$ maka tentukanlah nilai dari $\left(\frac{\sin \theta \cdot \tan \theta - 1}{2 \tan^2 \theta}\right)$.



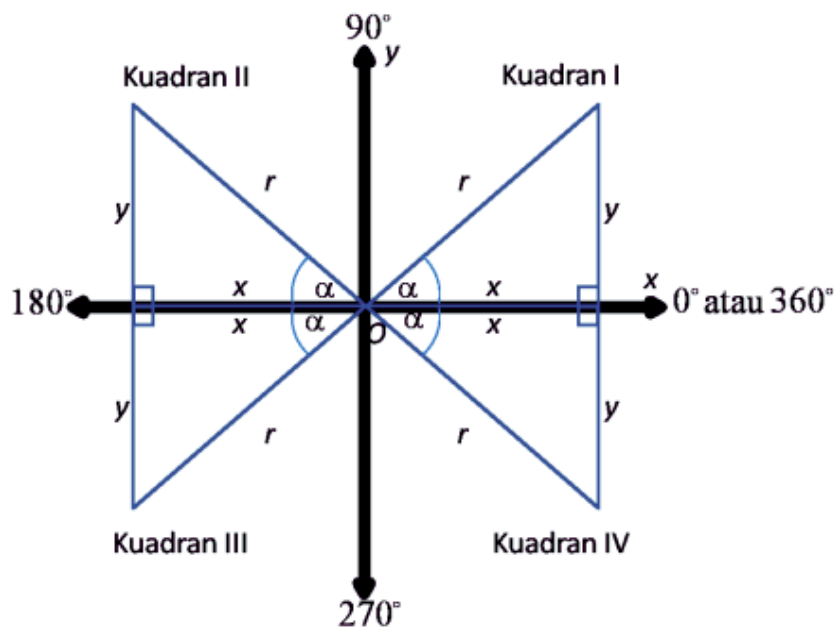
PERBANDINGAN TRIGONOMETRI SUDUT BERELASI DI BERBAGAI KUADRAN

Tujuan Pembelajaran

- G.3.1 Menentukan nilai perbandingan trigonometri disemua kuadran.
- G.3.2 Menentukan nilai perbandingan trigonometri sudut-sudut yang berelasi di kuadran I, II, III dan IV.
- G.3.3 Menentukan nilai perbandingan trigonometri sudut-sudut yang berelasi dengan sudut lebih besar dari 360 derajat dan sudut negatif.

Perbandingan trigonometri pada bidang koordinat (kuadran)

Misalkan $O (0,0)$ adalah titik asal, dimana letak perpotongan antara sumbu x (*horizontal*) dan sumbu y (*vertical*) yang menjadi titik sudut α . Sedangkan sumbu koordinat menjadi pembagi dari bidang koordinat yang membentuk empat daerah yang disebut kuadran, sehingga diperoleh daerah kuadran I, II, III dan IV. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Bidang koordinat dan kuadran

Pada gambar tersebut diperlihatkan bahwa masing-masing kuadran memiliki daerah dengan nilai sumbu x dan sumbu y masing-masing sebagai berikut.

- (a) Kuadran I, menduduki sumbu x positif dan sumbu y positif.
- (b) Kuadran II, menduduki sumbu x negatif dan sumbu y positif.
- (c) Kuadran III, menduduki sumbu x negatif dan sumbu y negatif.
- (d) Kuadran IV, menduduki sumbu x positif dan sumbu y negatif.

Jika α adalah sudutnya, x adalah panjang sisi samping, y adalah panjang sisi depan dan r adalah panjang sisi miring (*hipotenusa*) yang selalu positif, maka akan diperoleh nilai perbandingan trigonometri sebagai berikut.

(a) Kuadran I

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}, \cos \alpha = \frac{x}{r}, \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

(b) Kuadran II

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}, \cos \alpha = \frac{-x}{r}, \tan \alpha = \frac{y}{-x}$$

(c) Kuadran III

$$\sin \alpha = \frac{-y}{r}, \cos \alpha = \frac{-x}{r}, \tan \alpha = \frac{-y}{-x}$$

(d) Kuadran IV

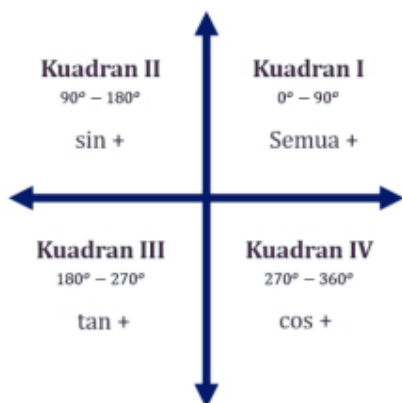
$$\sin \alpha = \frac{-y}{r}, \cos \alpha = \frac{x}{r}, \tan \alpha = \frac{-y}{x}$$

Dari uraian di atas, dapat diringkas kedalam tabel berikut.

Tabel 2.1
Nilai Perbandingan Trigonometri Pada Kuadran

Perbandingan Trigonometri	Tanda di Kuadran			
	I	II	III	IV
Sin θ	+	+	-	-
Cos θ	+	-	-	+
Tangen θ	+	-	+	-
Cosec θ	+	+	-	-
Sec θ	+	-	-	+
Cotan θ	+	-	+	-

Untuk memudahkan dalam menghafal, nilai perbandingan trigonometri pada keempat kuadran tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.2
 Nilai perbandingan trigonometri pada kuadran

Pojok Seni



Ingatlah perbandingan yang bernilai positif tersebut dengan kalimat;

Semanis Sinta Tanpa Kosmetik

**Contoh Soal 1**

Titik P mempunyai koordinat (3, 4). Hitunglah:

- nilai r atau panjang OP
- Jika $\angle XOP = \alpha$, hitunglah $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, dan $\tan \alpha$

Penyelesaian:

- Menghitung r dengan rumus Pythagoras

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5$$

- Menghitung nilai $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, dan $\tan \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{y}{r} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{r} = \frac{3}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{4}{3}$$

Contoh Soal 2

Titik Z mempunyai koordinat (-6, 8). Maka:

- Hitunglah r atau OZ
- Jika $\angle XOZ = \beta$, hitunglah $\sin \beta$, $\cos \beta$, dan $\tan \beta$

Penyelesaian:

- Menghitung r dengan rumus Pythagoras

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r = \sqrt{-6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10$$

- Menghitung nilai $\sin \beta$, $\cos \beta$, dan $\tan \beta$

$$\sin \beta = \frac{y}{r} = \frac{8}{10}$$

$$\cos \beta = \frac{x}{r} = -\frac{6}{10}$$

$$\tan \beta = \frac{y}{x} = -\frac{8}{6}$$

Perbandingan trigonometri sudut berelasi

Amatilah masalah berikut!

Suatu ketika regu pramuka melakukan pencarian jejak dengan bantuan kompas. Saat melakukan pencarian jejak mereka berhenti di posko pemilihan jalur dan mendapati surat petunjuk untuk memilih jalur mana yang harus mereka lewati. Ternyata surat tersebut menyatakan jalur ke-2. Jika dilihat dari kompas keempat jalur tersebut berbelok berturut-turut 60° , 135° , 240° , 300° . Sebelum meninggalkan posko, regu pramuka diminta untuk mengubah semua sudut pada jalur tersebut kedalam sudut lancip.



Lab Mini

Kompas atau padom adalah alat navigasi untuk menentukan arah mata angin berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi.

Alternatif Penyelesaian

Dalam menentukan sudut lancip tersebut, ada hubungannya dengan relasi sudut diberbagai kuadran.

Secara sistematis didapat:

$$60^\circ = 60^\circ$$

$$135^\circ = 180^\circ - 45^\circ \rightarrow 45^\circ$$

$$240^\circ = 270^\circ - 30^\circ \rightarrow 30^\circ$$

$$300^\circ = 270^\circ + 30^\circ \rightarrow 30^\circ$$

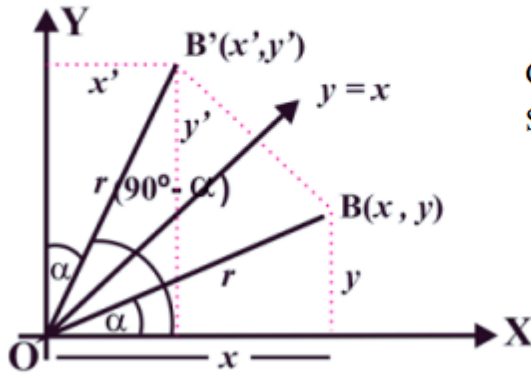


MATHEMATICS



Math Zone

(a) Perbandingan trigonometri di Kuadran I



Gambar 2.3
Sudut $(90^\circ - \alpha)$ di kuadran I

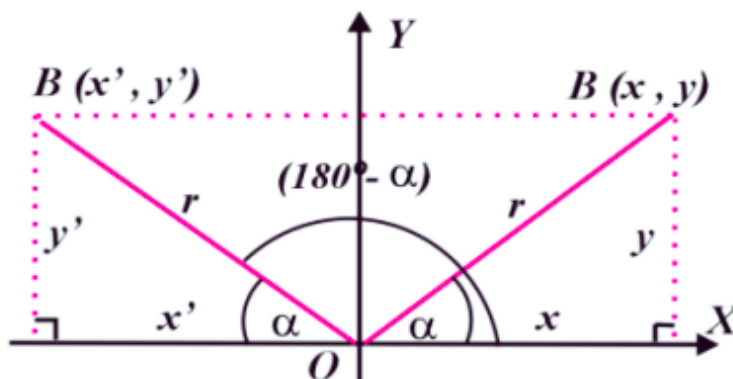
Misalkan titik $B(x, y)$ dicerminkan terhadap garis $y = x$, maka bayangan $B(x, y)$ adalah $B'(x', y')$ dengan $x' = y$ dan $y' = x$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 90^\circ - \alpha$, dimana sudut tersebut merupakan sudut penyiku dari $\angle YOB'$ atau sudut α . Sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(90^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\tan(90^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{x}{y} = \cot \alpha$$

(b) Perbandingan trigonometri di Kuadran II



Gambar 2.4 Sudut $(180^\circ - \alpha)$ di kuadran II

Misalkan titik $B(x,y)$ dicerminkan terhadap sumbu y , maka bayangan $B(x,y)$ adalah $B'(x',y')$ dengan $x' = -x$ dan $y' = y$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 180^\circ - \alpha$, dimana sudut tersebut merupakan sudut pelurus dari sudut α . Sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(180^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin(180^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{y}{r} = \sin \alpha$$

$$\cos(180^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan(180^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{y}{-x} = -\tan \alpha$$

Selain $(180^\circ - \alpha)$, sudut di kuadran II bisa juga dinyatakan dengan $(90^\circ + \alpha)$, sebagai berikut.

$$\sin(90^\circ + \alpha) = \cos \alpha$$

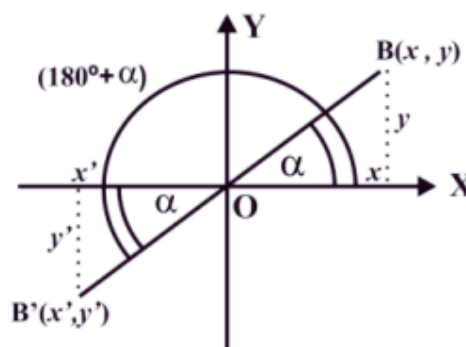
$$\cos(90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$$

$$\tan(90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$$

Kuis

Buktikan rumus perbandingan trigonometri disamping!
 {Serahkan hasilnya pada gurumu untuk mendapat koreksi dan nilai tambahan}

(c) Perbandingan trigonometri di Kuadran III



Gambar 2.5

Sudut $(180^\circ + \alpha)$ di kuadran III

Misalkan titik $B(x,y)$ dicerminkan terhadap titik asal, maka bayangan $B(x,y)$ adalah $B'(x',y')$ dengan $x' = -x$ dan $y' = -y$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 180^\circ + \alpha$, sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(180^\circ + \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin (180^\circ + \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos (180^\circ + \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{-x}{r} = -\cos \alpha$$

$$\tan (180^\circ + \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{-y}{-x} = \tan \alpha$$

Selain $(180^\circ + \alpha)$, sudut di kuadran III bisa juga dinyatakan dengan $(270^\circ - \alpha)$, sebagai berikut.

$$\sin (270^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$$

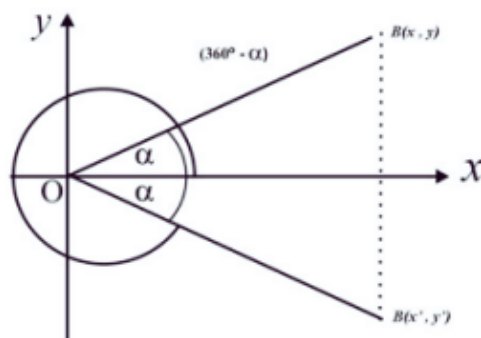
$$\cos (270^\circ - \alpha) = -\sin \alpha$$

$$\tan (270^\circ - \alpha) = \cot \alpha$$

Kuis

Buktikan rumus perbandingan trigonometri disamping !
 {Serahkan hasilnya pada gurumu untuk mendapat koreksi dan nilai tambahan}

(d) Perbandingan trigonometri di Kuadran IV



Gambar 2.6

Sudut $(360^\circ - \alpha)$ di kuadran IV

Misalkan titik B (x,y) dicerminkan terhadap sumbu x , maka bayangan B (x,y) adalah B' (x',y') dengan $x' = x$ dan $y' = -y$. Perhatikan bahwa $\angle XOB' = 360^\circ - \alpha$, sehingga nilai perbandingan trigonometri untuk sudut $(360^\circ - \alpha)$ adalah sebagai berikut.

$$\sin (360^\circ - \alpha) = \frac{y'}{r} = \frac{-y}{r} = -\sin \alpha$$

$$\cos (360^\circ - \alpha) = \frac{x'}{r} = \frac{x}{r} = \cos \alpha$$

$$\tan (360^\circ - \alpha) = \frac{y'}{x'} = \frac{-y}{x} = -\tan \alpha$$

Selain $(360^\circ - \alpha)$, sudut di kuadran IV bisa juga dinyatakan dengan $(270^\circ + \alpha)$, sebagai berikut.

$$\sin(270^\circ + \alpha) = -\cos \alpha$$

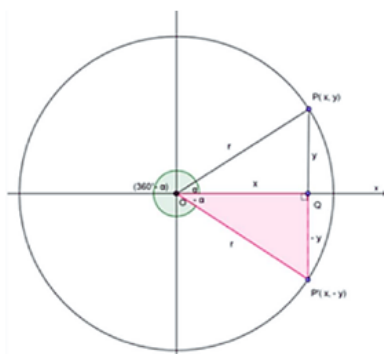
$$\cos(270^\circ + \alpha) = \sin \alpha$$

$$\tan(270^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$$

Kuis

Buktikan rumus perbandingan trigonometri disamping!
 {Serahkan hasilnya pada gurumu untuk mendapat koreksi dan nilai tambahan}

(e) Sudut negatif



Gambar 2.7
Sudut negatif

Pada gambar di atas diperoleh bahwa pada $\angle QOP = \alpha$ yang berlawanan arah dengan jarum jam. Sedangkan $\angle QOP' = -\alpha$ adalah sudut yang searah jarum jam. Ingat kembali bahwa satu putaran lingkaran besarnya adalah 360° .

Maka diperoleh bahwa:

1. $\sin(-\alpha) = \sin(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuadran IV, maka nilai sinus bernilai negatif, maka diperoleh bahwa nilai $\sin(-\alpha) = \sin(360^\circ - \alpha) = -\sin \alpha$.
2. $\cos(-\alpha) = \cos(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuadran IV, maka nilai cosinus bernilai positif, maka diperoleh bahwa nilai $\cos(-\alpha) = \cos(360^\circ - \alpha) = \cos \alpha$.
3. $\tan(-\alpha) = \tan(360^\circ - \alpha)$. Karena sudut $(-\alpha)$ berada di kuadran IV, maka nilai tangen bernilai negatif, maka diperoleh bahwa nilai $\tan(-\alpha) = \tan(360^\circ - \alpha) = -\tan \alpha$.

(f) Sudut lebih besar dari 360°

Kita ketahui bahwa besar sudut dalam satu kali lingkaran adalah 360° . Maka jika kita mempunyai sudut yang besarnya lebih dari 360° sudut tersebut harus diubah terlebih dahulu menjadi bentuk $(\alpha + k.360^\circ)$, dengan $k = 1, 2, 3, 4, \dots$

Dengan demikian diperoleh bahwa:

$$\sin(\alpha + k.360^\circ) = \sin \alpha$$

$$\cos(\alpha + k.360^\circ) = \cos \alpha$$

$$\tan(\alpha + k.360^\circ) = \tan \alpha$$



Ayo Menggunakan Teknologi

Jelajah IT



TECHNOLOGY

T

Coba simulasi perbandingan trigonometri di *GeoGebra*.

Kalian bisa mengaksesnya melalui tautan berikut:

bit.ly/simulasitrigonometri

- Geser panel sampai kalian mendapatkan sudut 40° .
- Tarik salah satu titik putih pada segitiga untuk memperbesar/ memperkecil ukurannya.
- Perhatikan nilai perbandingan di bagian atas, apakah nilainya sama atau berubah? Jelaskan alasan kalian kepada teman sekelompok.

Pindai QR code disamping untuk diteruskan ke simulasi pada aplikasi *GeoGebra*.



Kalian juga dapat menemukan perbandingan trigonometri diberbagai kuadran melalui *GeoGebra*. Agar dapat memahami lebih mudah, perhatikan video tutorial dengan scan kode QR disamping. Dan jangan lupa untuk mempraktekannya !

Gambar 2.8 Kode QR tutorial menemukan perbandingan trigonometri diberbagai kuadran



E

Kreasi Proyek

Sebagaimana yang telah dibahas pada KP 1, nilai perbandingan trigonometri pada sudut istimewa diberbagai kuadran dapat diketahui dengan lebih mudah jika menggunakan alat peraga.

Yuk membuat alat peraga sederhana agar belajar lebih menyenangkan ! Kalian dapat mengikuti video tutorial parometri berikut.

{Kerjakan bersama dengan kelompokmu !}

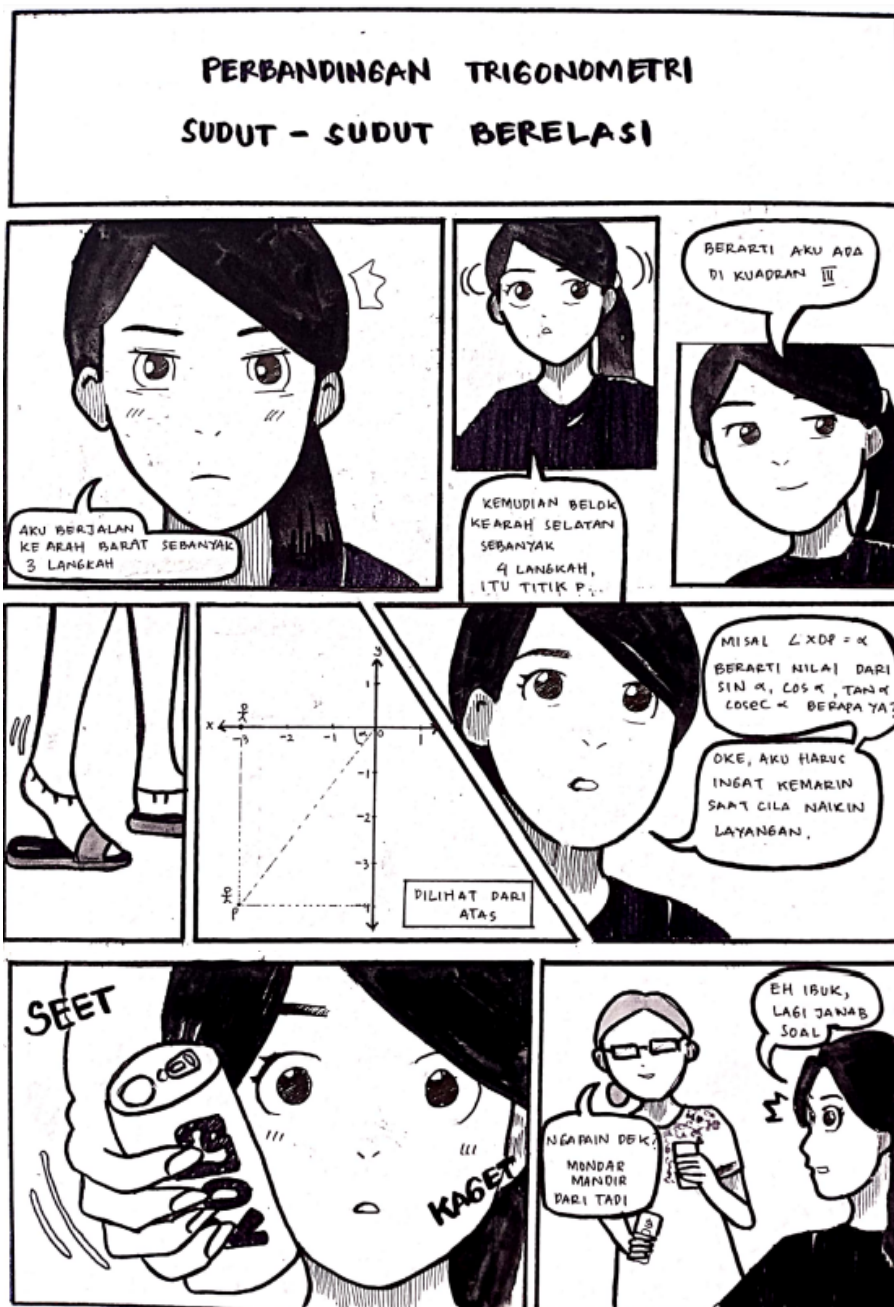


Gambar 2.9 Kode QR video cara membuat dan menggunakan roda putar trigonometri



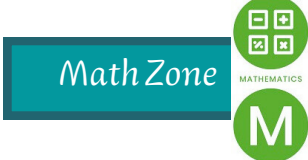
Selain menggunakan lagu, mempelajari trigonometri juga akan semakin menarik dengan dibuat bacaan komik. Kalian juga dapat mencontoh komik dibawah ini untuk mempresentasikan tugas kalian mengenai perbandingan trigonometri.

{Mari berkarya dengan seni, karena seni itu indah}





Contoh Soal 3



Tentukan bentuk sederhana dari $\frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ}$.

Pembahasan:

$$\frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ}$$

$$= \frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\cos (90 - 70)^\circ \cdot \sec (180 - 140)^\circ \tan (180 - 50)^\circ}$$

$$= \frac{\sin 70^\circ \cdot \sec 140^\circ \tan 50^\circ}{\sin 70^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ}$$

$$= \frac{\sin 70^\circ \cdot (-\sec 140^\circ) \cdot (-\tan 50^\circ)}{\sin 70^\circ \cdot \sec 40^\circ \tan 130^\circ} = 1$$

RANGKUMAN

Berdasarkan pembahasan diatas, maka sudut-sudut berelasi pada kuadran I, II, III, IV, sudut negatif, dan sudut lebih dari 360° dapat disimpulkan sebagai berikut.

Kuadran I	
$\sin (90^\circ - \theta) = \cos \theta$	$\sin (360^\circ + \theta) = \sin \theta$
$\cos (90^\circ - \theta) = \sin \theta$	$\cos (360^\circ + \theta) = \cos \theta$
$\tan (90^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan (360^\circ + \theta) = \tan \theta$
Kuadran II	
$\sin (90^\circ + \theta) = \cos \theta$	$\sin (180^\circ - \theta) = \sin \theta$
$\cos (90^\circ + \theta) = -\sin \theta$	$\cos (180^\circ - \theta) = -\cos \theta$
$\tan (90^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan (180^\circ - \theta) = -\tan \theta$
Kuadran III	
$\sin (270^\circ - \theta) = -\cos \theta$	$\sin (180^\circ + \theta) = -\sin \theta$
$\cos (270^\circ - \theta) = -\sin \theta$	$\cos (180^\circ + \theta) = -\cos \theta$
$\tan (270^\circ - \theta) = \frac{1}{\tan \theta} = \cot \theta$	$\tan (180^\circ + \theta) = \tan \theta$
Kuadran IV	
$\sin (270^\circ + \theta) = -\cos \theta$	$\sin (360^\circ - \theta) = -\sin \theta$
$\cos (270^\circ + \theta) = \sin \theta$	$\cos (360^\circ - \theta) = \cos \theta$
$\tan (270^\circ + \theta) = -\frac{1}{\tan \theta} = -\cot \theta$	$\tan (360^\circ - \theta) = -\tan \theta$
Sudut Negatif	
$\sin (-\theta) = -\sin \theta$	$\operatorname{cosec} (-\theta) = -\operatorname{cosec} \theta$
$\cos (-\theta) = \cos \theta$	$\sec (-\theta) = \sec \theta$
$\tan (-\theta) = -\tan \theta$	$\operatorname{cotan} (-\theta) = -\operatorname{cotan} \theta$
Lebih besar dari 360°	
$\sin (\theta + k.360^\circ) = \sin \theta$	$\operatorname{cosec} (\theta + k.360^\circ) = \operatorname{cosec} \theta$
$\cos (\theta + k.360^\circ) = \cos \theta$	$\sec (\theta + k.360^\circ) = \sec \theta$
$\tan (\theta + k.360^\circ) = \tan \theta$	$\operatorname{cotan} (\theta + k.360^\circ) = \operatorname{cotan} \theta$

LATIHAN SOAL 2

Untuk meningkatkan pemahaman, coba kalian kerjakan latihan soal berikut, kemudian cocokkan jawaban kalian dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini.

Jangan melihat kunci dulu sebelum kalian mengerjakan (budayakan jujur terhadap diri sendiri).

1. Tentukan nilai eksak dari bentuk berikut: (nyatakan dalam bentuk paling sederhana)
 - a. $\cot 150^\circ$
 - b. $\cos 120^\circ$
2. Tentukan nilai dari $\cos \left[-\frac{4}{3}\pi \right]$
3. Tentukan nilai dari $\sin 240^\circ + \cos 315^\circ$
4. Nilai dari $\frac{\sin 75^\circ - \sin 15^\circ}{\cos 105^\circ + \cos 15^\circ} = \dots$
5. Nilai dari $\cos 150^\circ + \sin 45^\circ + \frac{1}{2}\cot(-330^\circ) = \dots$



Ingat Selalu

$$180^\circ = \pi \text{ rad}$$

atau dapat diartikan juga

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi}$$



APLIKASI PERBANDINGAN TRIGONOMETRI DALAM KEHIDUPAN

Tujuan Pembelajaran

- G.4.1 Menyelesaikan masalah kontekstual berkaitan dengan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku.
- G.4.2 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan penerapan perbandingan trigonometri sinus, cosinus, dan tangen di semua kuadran.
- G.4.3 Menerapkan konsep perbandingan trigonometri dalam proyek pembuatan klinometer.

Banyak sekali kita jumpai berbagai hal yang terkait dengan rasio trigonometri. Rasio trigonometri dapat digunakan untuk memecahkan masalah kontekstual yang berhubungan dengan sudut pengamatan, tinggi suatu benda, atau untuk menentukan jarak ke suatu obyek. Rasio trigonometri merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan untuk melatih penalaran dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak sekali pemanfaatan dari perbandingan trigonometri ini. Aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan salah satunya sebagai berikut.

(1) Perbandingan trigonometri di piramida

Lab Mini



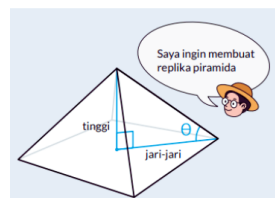
Piramida adalah bangunan menakjubkan yang dibangun sekitar 4.500 tahun yang lalu. Bayangkan banyaknya pekerja dan persiapan yang diperlukan untuk membuat bangunan seperti ini, tanpa tersedianya alat canggih seperti zaman sekarang.



Gambar 3.1 Piramida di Mesir

Jika digambar sederhana, ukuran piramida ditentukan oleh tinggi, panjang jari – jari, dan besaran sudut. Segitiga yang ada pada gambar di bawah ini adalah segitiga siku-siku pada Piramida Giza, piramida yang tertua dan terbesar di dunia (Susanto, dkk, 2021: 111).

Tinggi piramida Giza mencapai 139 meter dan sudut kemiringan sisi tegaknya sebesar 41° . Dari informasi tersebut dapat diketahui panjang sisi tegak piramida, luas dan keliling alas piramida. Panjang sisi tegak piramida dapat diketahui melalui penggunaan perbandingan trigonometri *sinus* θ . Sedangkan untuk mencari luas alas dari piramida bisa menggunakan perbandingan trigonometri *cosinus* θ atau *tangen* θ dan penerapan teorema *pythagoras*.



Gambar 3.2 Replika piramida

(2) Penentuan arah kiblat

Orang Indonesia pada umumnya mengetahui bahwa arah kiblat adalah menghadap lurus ke barat, karena Indonesia adalah negara yang berada di timur Makkah. Padahal tidak selalu demikian, arah kiblat tidak dapat ditentukan hanya dengan melihat peta kemudian ditarik garis lurus ke arah Makkah. Mengapa? Karena bumi berbentuk bulat, sementara peta adalah proyeksi bumi dalam dua dimensi. Dengan demikian akan ada pergeseran jika kita menarik garis lurus di atas peta kemudian digunakan di bumi. Untuk mengetahui arah kiblat dengan tepat, para ilmuwan Muslim kemudian mengembangkan perhitungan ilmu trigonometri. Dalam skripsi Ria Dhotul Liana (2018), dengan mengetahui posisi lintang dan bujur suatu lokasi, maka kita dapat mencari arah kiblat dengan rumus berikut:

$$\cot B = \frac{\cot b \cdot \sin a}{\sin C} - \cos a \cot C$$

Dimana :

$a = 90^\circ$ – garis lintang dimana kamu berada

$b = 90^\circ$ – garis lintang kota Makkah ($21^\circ 25' \text{LU}$)

$C =$ garis bujur dimana kamu berada – garis bujur kota Makkah ($39^\circ 50' \text{BT}$)

Nilai B yang diperoleh dapat digunakan untuk menunjukkan arah kiblat.

(3) Menghitung tinggi bangunan / gunung / pohon/ bukit/ benda.

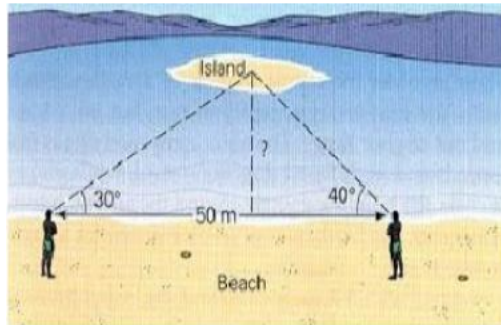
Apabila kamu tahu jarak antara kamu dengan benda yang kamu amati dan kamu juga tahu sudut elevasi pengamatannya, maka kamu dapat menghitung tinggi dari bangunan yang kamu amati tersebut.



Gambar 3.3 Menghitung tinggi bangunan

(4) Dalam navigasi.

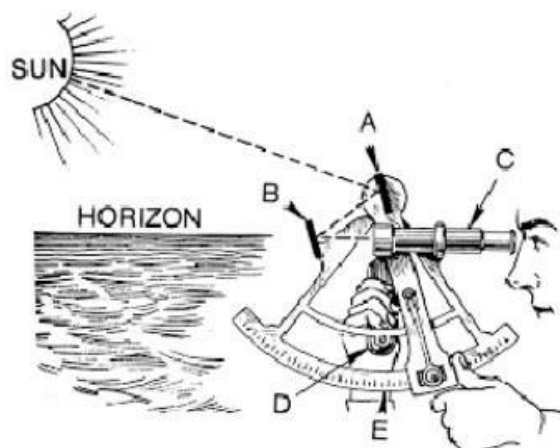
Perbandingan trigonometri dapat digunakan di bidang navigasi. Sebagai contoh, rasio trigonometri digunakan untuk menghitung jarak suatu titik terhadap garis pantai.



Gambar 3.4 Menghitung jarak suatu pulau ke bibir pantai

(5) Dalam bidang oseanografi.

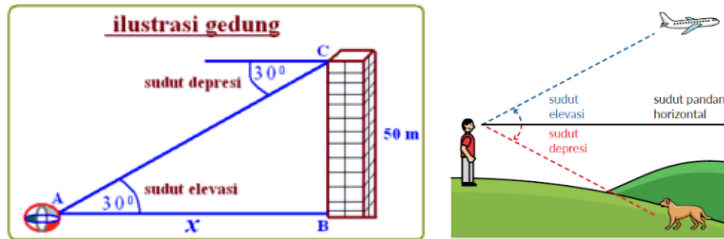
Rasio trigonometri dapat digunakan untuk menghitung ketinggian gelombang laut.



Gambar 3.5 Menghitung ketinggian gelombang laut

Sudut depresi dan sudut elevasi

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mendengar istilah “sudut elevasi” dan “sudut depresi”. **Sudut elevasi** adalah sudut yang dibentuk oleh arah horizontal dengan arah pandangan mata pengamat ke arah atas. **Sudut depresi** adalah sudut yang dibentuk oleh arah horizontal dengan arah pandangan mata pengamat ke arah bawah. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 3.6 Sudut depresi dan sudut elevasi

Pernahkah kalian mendengar atau menggunakan klinometer? Sebenarnya apa yang dimaksud dengan klinometer? Bagaimana fungsinya?

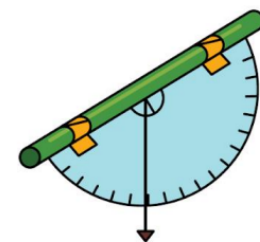
Klinometer adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur kemiringan vertikal, biasanya sudut antara tanah atau pengamat dengan sebuah objek yang tinggi. Klinometer sederhana membutuhkan ruang yang banyak untuk mendekat dan menjauh saat mengukur sebuah objek.



Gambar 3.7 Klinometer



Apakah kalian bisa membuat klinometer? Jika jawaban kalian bisa mari kita membuatnya. Kalian akan merakit sebuah alat bernama klinometer yang berfungsi mengukur sudut kemiringan, elevasi (tingkat kenaikan), atau depresi (tingkat penurunan). Kemudian, kalian akan melakukan percobaan mengukur objek di lingkunganmu.



Gambar 3.8
Klinometer sederhana

Langkah-langkah Penyelesaian Proyek

Alat dan Bahan

- | | |
|------------|------------------------------------|
| 1. Gunting | 1. Sedotan |
| 2. Busur | 2. Selotip |
| | 3. Benang / tali |
| | 4. Jarum |
| | 5. Klip kertas / panah dari karton |

Kreasi Proyek



Langkah Pembuatan

- 1) Ikatlah klip/panah karton pada benang yang berfungsi sebagai pemberat.
- 2) Gunting tali dengan panjang secukupnya.
- 3) Letakkan benang pada posisi 90° pada busur.
- 4) Gunting sedotan (sesuaikan panjang dengan panjang busur).
- 5) Rekatkan sedotan dan busur menggunakan solatip.

Cara penggunaan

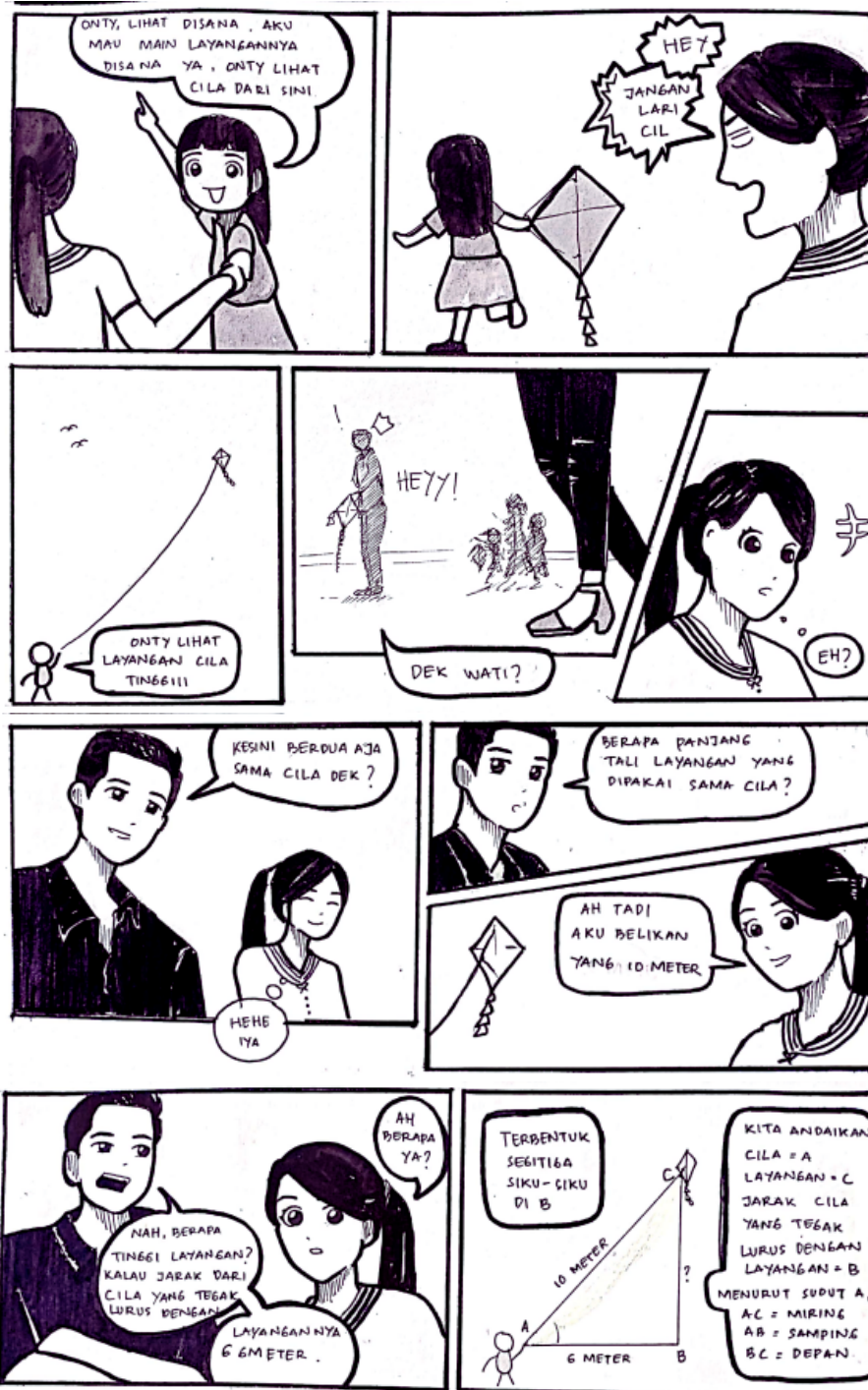
- 1) Tetapkan posisi berdiri pengamat.
- 2) Ukur tinggi tubuhnya dari kaki sampai ke mata pengamat dengan menggunakan meteran. Ukurlah seakurat mungkin.
- 3) Tetapkan objek ketinggian benda yang akan diukur.
- 4) Tentukan jarak objek dengan pengamat.
- 5) Letakkan ujung klinometer tepat didepan mata pengamat.
- 6) Dengan menggunakan alat klinometer yang telah dibuat setiap kelompok, ukur sudut elevasi dari posisi pengamat terhadap puncak tiang bendera atau benda nyata lainnya.
- 7) Kemudian tuliskan besar sudut elevasi dari posisi pengamat terhadap puncak tiang atau benda nyata lainnya. Jika benang berada tepat di posisi 60° , maka sudut elevasi terhadap puncak tiang bendera adalah $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$.

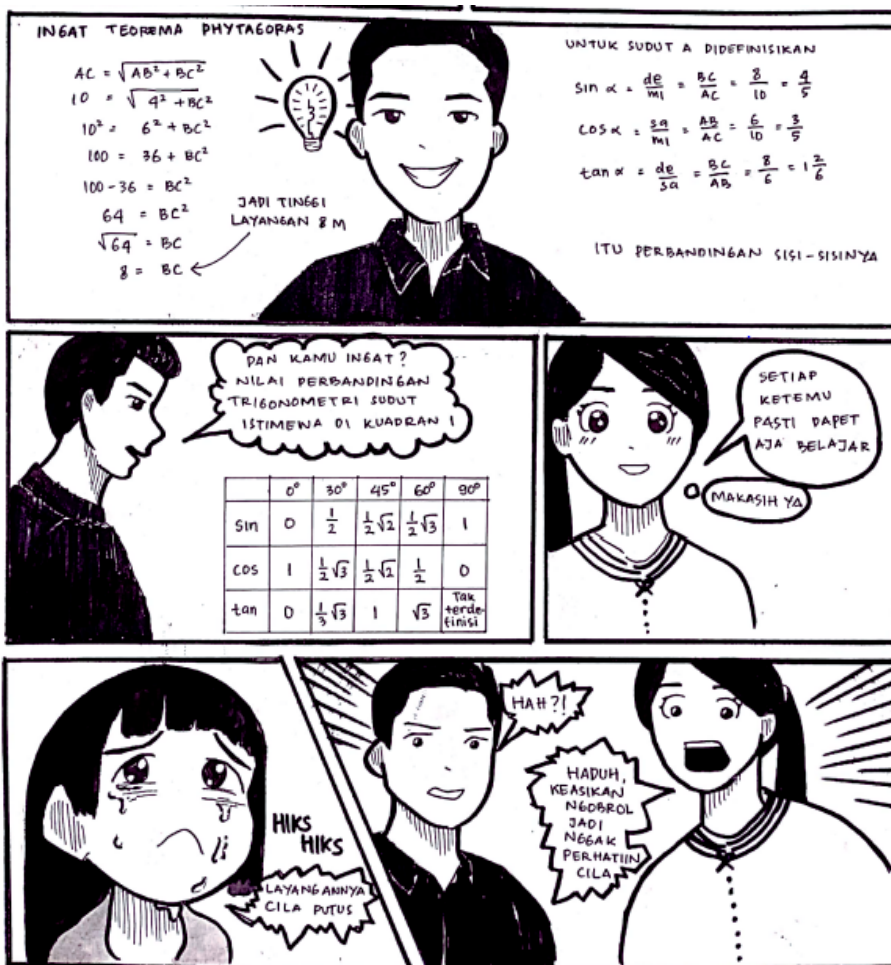
Sajikan Hasil Kegiatan Proyek

Laporkan hasil kegiatanmu yang meliputi sketsa / ilustrasi pengamatan, benda yang diamati, tinggi pengamat, jarak pengamat ke benda yang diamati, besar sudut elevasi, hasil pengamatan dan kesimpulan yang didapatkan. {Sajikan menggunakan alat peraga / komik / powerpoint / lainnya sesuai kreativitas kelompok kalian }



Salah satu contoh aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan sehari-hari





Contoh Soal 1

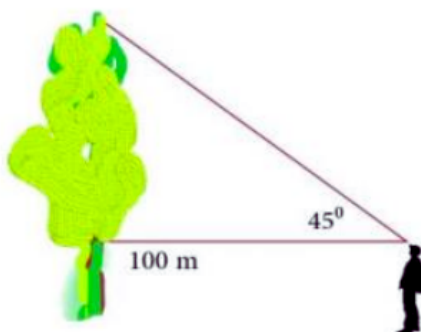
MathZone



Sebuah pohon berjarak 100 meter dari seorang pengamat yang tingginya 170 cm. Apabila pucuk pohon tersebut dilihat pengamat dengan sudut elevasi 45° tentukanlah tinggi pohon tersebut.

Penyelesaian:

- Memahami soal
Dari soal dapat dibuatkan diagramnya sebagai berikut.



- Dari soal diketahui bahwa:
 Jarak pengamat ke pohon = 100 m
 Tinggi pengamat = 170 cm = 1,7 m
 Sudut elevasi = 45°
 Yang dicari tinggi pohon
- Memilih pendekatan atau strategi pemecahan
 Konsep yang relevan dari soal di atas adalah perbandingan trigonometri.
 Dimisalkan bahwa t = tinggi pohon – tinggi pengamat
 x = jarak pengamat ke pohon

$$\tan 45^\circ = \frac{t}{x}$$

- Menyelesaikan model
 Dengan menggunakan operasi hitung, diperoleh:
 $\tan 45^\circ = \frac{t}{x}$
 $t = x \tan 45^\circ = 100 \cdot 1 = 100$
- Menafsirkan solusi
 Tinggi pohon = t + tinggi pengamat
 $= 100 \text{ m} + 1,7 \text{ m} = 101,7 \text{ m}$

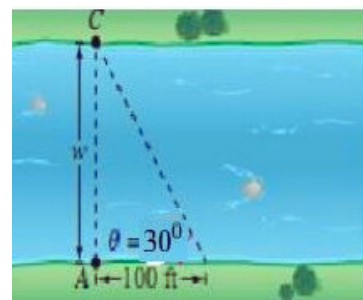
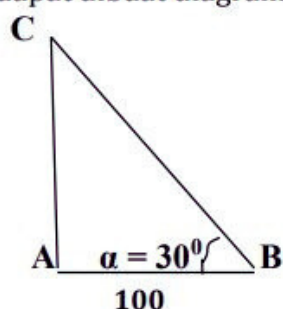
Jadi, tinggi pohonnya adalah 101,7 m

Contoh Soal 2

Seorang ahli Biologi ingin mengetahui lebar sebuah sungai sehingga alat yang dipasang untuk mengetahui polutan dalam air sungai dapat diatur dengan baik. Jarak dari ahli Biologi berdiri pada tempat yang akan dipasang alat di titik A adalah 100 kaki dan sudut pandang pada alat di seberang sungai, yaitu di titik C sebesar 30° (lihat gambar). Hitunglah lebar sungai tersebut.

Penyelesaian:

- Dari soal dapat dibuat diagramnya sebagai berikut:



- Jarak dari pengamat pada alat yang dipasang adalah 100 kaki
 Sudut elevasi 30°
 Yang dicari lebar sungai.
 Dimisalkan lebar sungai AC.

$$\tan \alpha = \frac{AC}{AB} \leftrightarrow AC = AB \cdot \tan \alpha$$

$$AC = 100 \cdot \tan 30^\circ = 100 \cdot \frac{1}{3} \sqrt{3} = \frac{100}{3} \sqrt{3}$$

Jadi lebar sungai adalah $\frac{100}{3} \sqrt{3}$ kaki.

RANGKUMAN

Rasio trigonometri dapat digunakan untuk memecahkan masalah kontekstual yang berhubungan dengan sudut pengamatan, tinggi suatu benda, atau untuk menentukan jarak ke suatu obyek. Rasio trigonometri merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan untuk melatih penalaran dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak sekali pemanfaatan dari perbandingan trigonometri ini. Aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan salah satunya sebagai berikut.

- (1) Perbandingan trigonometri di piramida.
- (2) Penentuan arah kiblat.
- (3) Menghitung tinggi bangunan / gunung / pohon/ bukit/ benda.
- (4) Dalam navigasi, untuk menghitung jarak suatu titik terhadap garis pantai.
- (5) Dalam bidang oseanografi, untuk menghitung ketinggian gelombang laut.

Sudut elevasi adalah sudut yang dibentuk oleh arah horizontal dengan arah pandangan mata pengamat ke arah atas.

Sudut depresi adalah sudut yang dibentuk oleh arah horizontal dengan arah pandangan mata pengamat ke arah bawah.

Klinometer adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur kemiringan vertikal, biasanya sudut antara tanah atau pengamat dengan sebuah objek yang tinggi.

Beberapa keterampilan yang perlu kalian miliki untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah adalah:

1. Memahami soal
2. Memilih pendekatan atau strategi pemecahan
3. Menyelesaikan model
4. Menafsirkan solusi

Kata Ahli

Inti dari matematika adalah untuk tidak membuat hal-hal menjadi rumit, tetapi membuat hal-hal rumit menjadi sederhana
S. Gudder

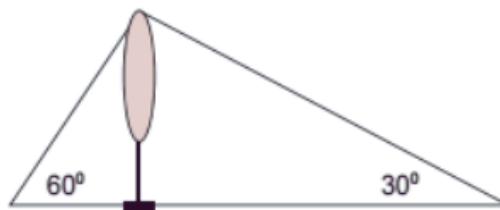


LATIHAN SOAL 3

Untuk meningkatkan pemahaman, coba kalian kerjakan latihan soal berikut, kemudian cocokkan jawaban kalian dengan kunci jawaban pada bagian akhir modul ini.

Jangan melihat kunci dulu sebelum kalian mengerjakan (budayakan jujur terhadap diri sendiri).

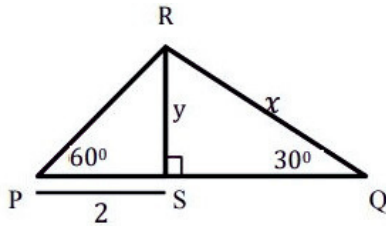
- 1) Seorang anak memandang sebuah pohon dengan sudut 60° . Apabila jarak anak tersebut 60 meter dari pohon, tentukan tinggi pohon tersebut !
- 2) Andi melihat sebuah sebuah menara dari jarak 150 meter dengan sudut elevasi 30° . Jarak mata Andi dengan tanah 150 cm. Tentukan tinggi gedung tersebut!
- 3) Dua anak mengamati puncak pohon dari tempat yang berseberangan seperti tampak pada gambar di bawah ini. Apabila anak pertama melihat dengan sudut elevasi 60° dan anak kedua dengan sudut elevasi 30° dan jarak kedua anak tersebut 200 m. Tentukan tinggi pohon tersebut!



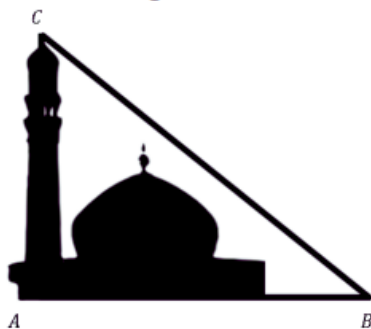
- 4) Sebuah tangga disandarkan pada suatu pohon kelapa yang batangnya lurus dan mempunyai buah siap panen. Sudut yang dibentuk oleh tangga itu dengan tanah (horizontal) adalah 60° . Jarak kaki tangga ke batang pohon kelapa hingga dapat meraih buah adalah 5 m, hitunglah jarak lintasan yang ditempuh seseorang untuk dapat mengambil buah pohon kelapa tersebut !

EVALUASI

- 1) Diketahui segitiga ABC siku-siku di C dengan panjang sisi $a = \sqrt{5}$ satuan dan panjang sisi $b = 2$ satuan. Jika $\angle BAC = \alpha$, tentukanlah nilai keenam perbandingan trigonometri untuk sudut α .
- 2) Hitunglah nilai x pada gambar berikut ini.



- 3) Diketahui nilai $\cos a = -\frac{1}{3}$ dan a berada di kuadran II maka tentukan nilai $\sin a$.
- 4) Tentukan nilai dari $\sin\left(\frac{13}{3}\pi\right) \cdot \cos\left(\frac{11}{6}\pi\right)$
- 5) Diketahui $\tan 25 = p$, maka tentukan nilai dari $\frac{\tan 205^\circ - \tan 115^\circ}{\tan 245^\circ + \tan 335^\circ}$
- 6) Nilai $\cos(-1530^\circ) \cdot \tan(2010^\circ) = \dots$
- 7) Nilai dari $\cos 150^\circ + \sin 45^\circ + \frac{1}{2} \cot(-330^\circ) = \dots$
- 8) Diketahui $\tan a = \frac{2}{3}$ dan a berada di kuadran III, maka tentukan nilai dari $\frac{\cos a + 6 \sin a}{3 \sin a - \cos a}$
- 9) Perhatikan gambar di bawah ini!



Seorang arsitek sedang mengamati puncak menara masjid yang akan direnovasi dari titik B dengan sudut elevasi 45° . Jika jarak antara kaki menara dengan arsitek tersebut 20 m, berapakah tinggi menara masjid?

EVALUASI

10) Jelaskan bagaimana perbandingan trigonometri bermanfaat untuk (pilih salah satu):

a. Mengukur tinggi suatu tugu ikonik daerah di Indonesia seperti Jam Gadang, di Bukittinggi, Sumatera Barat. Kalian boleh membuat gambar untuk mendukung penjelasanmu.



b. Mengukur lebar sungai untuk pembangunan jembatan misalnya jembatan Youtefa di Papua. Kalian boleh membuat gambar untuk mendukung penjelasanmu.



Untuk mengukur pemahaman kalian, coba kalian kerjakan juga soal berikut. Kalian dapat mengerjakan berulang kali hingga benar-benar paham.

Silahkan bisa membuka link dibawah ini!

<https://wordwall.net/resource/33083827>

atau bisa scan QR code dibawah ini!

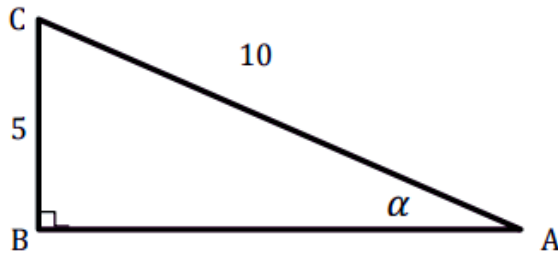


KUNCI JAWABAN KP 1

1

Diketahui $\sin A = 0,5 = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$.

Perhatikan segitiga siku-siku berikut:



Skor
3

Dengan menggunakan pythagoras maka:

$$AB = \sqrt{AC^2 - BC^2} = \sqrt{10^2 - 5^2} = \sqrt{100 - 25} = \sqrt{75} = 5\sqrt{3}$$

$$\text{a. } \cos A = \frac{AB}{AC} = \frac{5\sqrt{3}}{10} = \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

$$\tan A = \frac{BC}{AB} = \frac{5}{5\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

Pembilang dan penyebut dikali $\sqrt{3}$

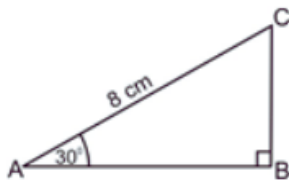
$$\text{b. } \sec A = \frac{AC}{AB} = \frac{10}{5\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

2

Segitiga ABC siku-siku di B.

$AC = 8 \text{ cm}$

$\angle A = 30^\circ$



Dicari Panjang BC dan Panjang AC

$$\sin 30^\circ = \frac{BC}{AC}$$

$$BC = AC \cdot \sin 30^\circ$$

$$BC = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ cm}$$

Panjang BC = 4 cm

$$\cos 30^\circ = \frac{AB}{AC}$$

$$AB = AC \cdot \cos 30^\circ$$

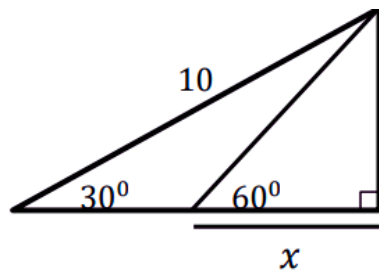
$$AB = 8 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3} = 4\sqrt{3}$$

Jadi panjang AB adalah $4\sqrt{3} \text{ cm}$

Skor
2

3

Dimisalkan titik-titik sudut segitiga A, B, C dan D seperti tampak pada gambar.



Skor
3

Diketahui :

$$\angle BAC = 30^\circ \quad AC = 10 \quad BC = y$$

$$\angle BDC = 60^\circ \quad BD = x$$

Dicari x.

Untuk menentukan x, perhatikan segitiga BDC.

$$\tan \angle BDC = \frac{y}{x} \leftrightarrow \tan 60^\circ = \frac{y}{x}$$

Untuk bisa menentukan nilai x maka harus diketahui nilai y.

Perhatikan segitiga ABC, maka berlaku:

$$\sin \angle BAC = \frac{y}{10}$$

$$\tan 60^\circ = \frac{y}{x}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{y}{10}$$

$$\sqrt{3} = \frac{y}{x}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{y}{10}$$

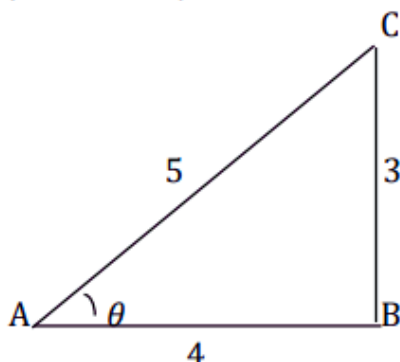
$$2y = 10 \Rightarrow y = 5$$

$$x = \frac{5}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{5\sqrt{3}}{3}$$

4

Diketahui $\sin \theta = \frac{3}{5}$

Dari gambar kita dapatkan $AB = \sqrt{AC^2 - BC^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} = \sqrt{25 - 9} = \sqrt{16} = 4$



Dicari: $\left(\frac{\sin \theta \cdot \tan \theta - 1}{2 \tan^2 \theta} \right)$

$$\tan \theta = \frac{BC}{BA} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{\sin \theta \cdot \tan \theta - 1}{2 \tan^2 \theta} = \frac{\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{4} - 1}{2 \left(\frac{3}{4}\right)^2}$$

$$= \frac{\frac{9}{20} - 1}{2 \cdot \frac{9}{16}} = \frac{-\frac{11}{20}}{\frac{9}{8}}$$

$$= \frac{-\frac{11}{20}}{\frac{9}{8}} = \frac{-11}{20} \times \frac{8}{9} = \frac{-22}{45}$$

Skor
2

KUNCI JAWABAN KP 2

1

$$\text{a. } \cot 150^{\circ} = \frac{1}{\tan 150^{\circ}} = \frac{1}{\tan (180 - 30)^{\circ}} = \frac{1}{-\tan 30} = -\frac{1}{\tan 30} = -\frac{1}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = -\sqrt{3}$$

Skor
2

$$\text{b. } \cos 120^{\circ} = \cos (180 - 60)^{\circ} = -\cos 60^{\circ} = -\frac{1}{2}$$

2

$$\begin{aligned} \cos \left(-\frac{4}{3}\pi\right) &= \cos \left(-\frac{4}{3} \cdot 180\right) = \cos(-240) \\ &= \cos (360 - 240) = \cos (120) = -\cos 60 = -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

Skor
2

3

$$\begin{aligned} \sin 240^{\circ} + \cos 315^{\circ} &= \sin (180 + 60) + \cos (360 - 45) \\ &= -\sin 60 + \cos 45 \\ &= -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{2} = \frac{1}{2}(\sqrt{2} - \sqrt{3}) \end{aligned}$$

Skor
2

4

$$\begin{aligned} \frac{\sin 75^{\circ} - \sin 15^{\circ}}{\cos 105^{\circ} + \cos 15^{\circ}} &= \frac{\sin(90 - 15)^{\circ} - \sin 15^{\circ}}{\cos(90 + 15)^{\circ} + \cos 15^{\circ}} \\ &= \frac{\cos 15^{\circ} - \sin 15^{\circ}}{-\sin 15^{\circ} + \cos 15^{\circ}} = 1 \end{aligned}$$

Skor
2

5

$$\begin{aligned} \cos 150^{\circ} + \sin 45^{\circ} + \frac{1}{2} \cot (-330^{\circ}) &= -\cos 30^{\circ} + \sin 45^{\circ} - \frac{1}{2} \frac{1}{\tan 330^{\circ}} \\ &= -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{-\frac{\sqrt{3}}{3}} = -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{1}{2}\sqrt{2} \end{aligned}$$

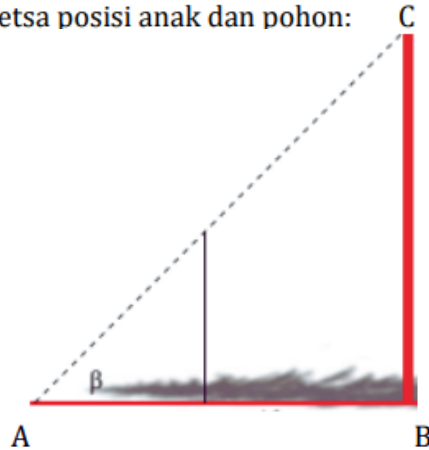
Skor
2

KUNCI JAWABAN KP 3

1

Sudut elevasi anak dengan pohon $\beta = 60^\circ$
Jarak anak dengan pohon 60 m
Dicari tinggi pohon.

Sketsa posisi anak dan pohon:



Dari gambar kita dapatkan $\cos \beta = \frac{AB}{AC} \leftrightarrow \cos 60^\circ = \frac{60}{AC}$

$$AC = \frac{60}{\cos 60^\circ} = \frac{60}{\frac{1}{2}} = 120$$

$$\sin 60^\circ = \frac{BC}{AC} = \frac{BC}{120}$$

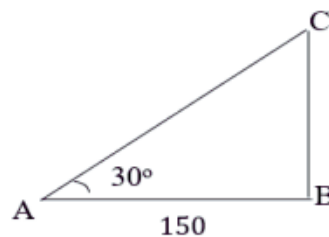
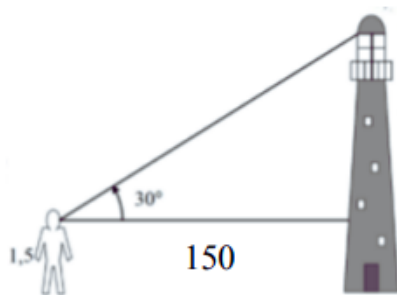
$$BC = 120 \times \sin 60^\circ = 120 \times \frac{1}{2} \sqrt{3} = 60\sqrt{3}$$

Jadi tinggi pohon adalah $60\sqrt{3}$ meter

Skor
2

2

Sudut elevasi = 30°
Jarak Andi dengan Menara = 150 meter
Jarak mata Andi dengan tanah = 150 cm
Sketsa posisi Andi dengan menara:



$$\tan 30^\circ = \frac{BC}{AB} = \frac{BC}{150} \leftrightarrow BC = 150 \times \tan 30^\circ$$

$$BC = 150 \times \frac{1}{3} \sqrt{3} = 50\sqrt{3}$$

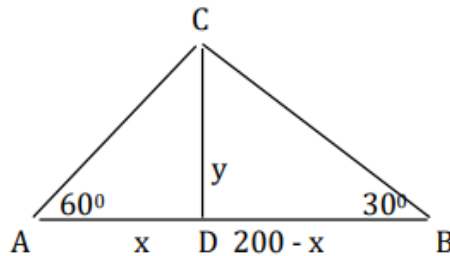
Jadi tinggi menara = $(50\sqrt{3} + 1,5)$ meter

Skor
3

3

Misalkan posisi anak pertama A, posisi anak ke dua B dan puncak pohon C. Jarak anak pertama dengan pohon x. Perhatikan gambar berikut:

Skor
3



$$\angle CAD = 60^\circ \quad AD = x, \quad CD = y$$

$$\angle CBD = 30^\circ \quad BD = 200 - x$$

Dicari tinggi pohon = y

Perhatikan segitiga ADC.

$$\tan \angle CAD = \frac{y}{x} \leftrightarrow y = x \cdot \tan \angle CAD = x \cdot \tan 60^\circ \dots\dots\dots 1)$$

Pada segitiga CBD

$$\tan \angle CBD = \frac{CD}{BD} = \frac{y}{200-x} \leftrightarrow y = (200 - x) \cdot \tan 30^\circ \dots\dots\dots 2)$$

Dari persamaan 1) dan 2) didapat:

$$x \tan 60^\circ = (200 - x) \cdot \tan 30^\circ$$

$$x \cdot \sqrt{3} = (200 - x) \cdot \frac{1}{3} \sqrt{3}$$

$$x \cdot 3 = (200 - x) \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 \quad (\text{Kedua ruas dikalikan } \sqrt{3})$$

$$3x = 200 - x$$

$$4x = 200 \leftrightarrow x = 50$$

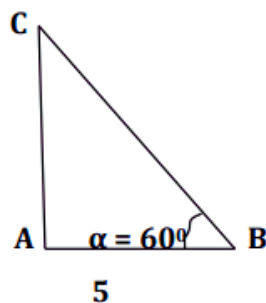
Substitusikan $x = 50$ pada persamaan 1)

$$y = 50 \cdot \tan 30^\circ = 50 \cdot \frac{1}{3} \sqrt{3}$$

$$y = \frac{50}{3} \sqrt{3}$$

Jadi tinggi pohon adalah $\frac{50}{3} \sqrt{3}$ meter.

4



Skor
2

$$\cos \alpha = \frac{AB}{BC} \leftrightarrow BC = \frac{AB}{\cos \alpha} = \frac{5}{\cos 60^\circ} = \frac{5}{\frac{1}{2}} = 10$$

Jadi jarak lintasan yang ditempuh untuk mengambil pohon kelapa adalah 10 m

KUNCI JAWABAN EVALUASI

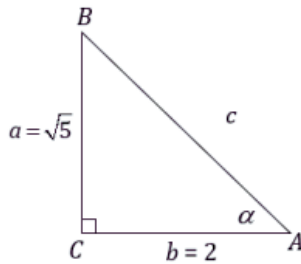
1

Nilai c dihitung dengan menggunakan teorema Pythagoras:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(\sqrt{5})^2 + 2^2} = \sqrt{5+4} = \sqrt{9} = 3$$

Jadi, nilai perbandingan trigonometri sudut α adalah:

Skor
3



$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{1}{3}\sqrt{5}$$

$$\cot \alpha = \frac{b}{a} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2}{5}\sqrt{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{2}{3}$$

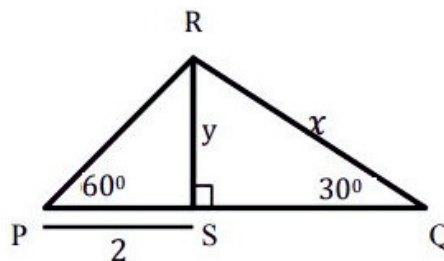
$$\sec \alpha = \frac{c}{b} = \frac{3}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{5}$$

$$\operatorname{cosec} \alpha = \frac{c}{a} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3}{5}\sqrt{5}$$

2

Dimisalkan titik-titik sudut segitiga adalah P, Q, R dan S seperti tampak pada gambar.



Skor
2

$$\angle RPQ = \angle RPS = 60^\circ$$

$$\angle RQP = \angle RQS = 30^\circ$$

$$PS = 2$$

$$RS = y$$

Dicari x .

Untuk menentukan nilai x perhatikan segitiga RQS.

$$\sin \angle RQS = \sin 30^\circ = \frac{RS}{RQ} = \frac{RS}{x} \leftrightarrow x = \frac{RS}{\sin 30^\circ} = \frac{y}{\frac{1}{2}} = 2y$$

$$\tan \angle RPS = \frac{y}{2}$$

$$\sin 30^\circ = \frac{y}{x}$$

$$\tan 60^\circ = \frac{y}{2}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{2\sqrt{3}}{x}$$

$$\sqrt{3} = \frac{y}{2}$$

$$x = 2 \cdot 2\sqrt{3} = 4\sqrt{3}$$

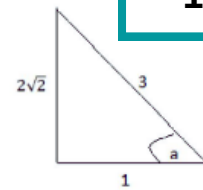
$$y = 2\sqrt{3}$$

3

Karena a berada di kuadran II, maka $90^\circ < a < 180^\circ$. Karena a berada di kuadran II, maka nilai dari $\sin a$ adalah positif. Dengan menggunakan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku maka diperoleh bahwa:

Dengan melihat segitiga siku-siku di samping, maka diperoleh bahwa:

$$\sin a = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$



Skor
1

4

$$\begin{aligned} \sin\left(\frac{13}{3}\pi\right) \cdot \cos\left(\frac{11}{6}\pi\right) &= \sin(780) \cdot \cos(330) \\ &= \sin(780 - 2 \cdot 360) \cdot \cos 30 \\ &= \sin 60 \cdot \cos 30 = \frac{1}{2}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3} \\ &= \frac{3}{4} \end{aligned}$$

Skor
2

5

$$\begin{aligned} \frac{\tan 205^\circ - \tan 115^\circ}{\tan 245^\circ + \tan 335^\circ} &= \frac{\tan 25 + \tan 65}{\tan 65 - \tan 25} \\ &= \frac{\tan 25 - \frac{1}{\tan 25}}{\frac{1}{\tan 25} - \tan 25} = \frac{p - \frac{1}{p}}{\frac{1}{p} - p} = \frac{p^2 - 1}{1 - p^2} = -1 \end{aligned}$$

Skor
2

6

Ingat bahwa $\cos(-a) = \cos a$.

$$\begin{aligned} \cos(-1530^\circ) \cdot \tan(2010^\circ) &= \cos(4 \cdot 360^\circ + 90^\circ) \cdot \tan(5 \cdot 360^\circ + 210^\circ) \\ &= \cos 90^\circ \cdot \tan 30^\circ = 0 \cdot \frac{1}{3}\sqrt{3} = 0 \end{aligned}$$

Skor
1

7

$$\begin{aligned} \cos 150^\circ + \sin 45^\circ + \frac{1}{2} \cot(-330^\circ) &= -\cos 30^\circ + \sin 45^\circ - \frac{1}{2} \frac{1}{\tan 330^\circ} \\ &= -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{-\frac{\sqrt{3}}{3}} = -\frac{1}{2}\sqrt{3} + \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{1}{2}\sqrt{2} \end{aligned}$$

Skor
1

8

Karena a dikuadran III, maka nilai $\sin a < 0$, dan $\cos a < 0$.

Karena nilai $\tan a = \frac{2}{3}$, maka dengan menggunakan perbandingan rasio segitiga siku-siku diperoleh bahwa:

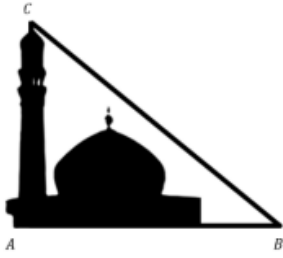
$$\sin a = \frac{-2}{\sqrt{13}} = \frac{-2}{13}\sqrt{13}, \text{ dan } \cos a = \frac{-3}{\sqrt{13}} = \frac{-3}{13}\sqrt{13}.$$

Maka:

$$\begin{aligned} \frac{\cos a + 6 \sin a}{3 \sin a - \cos a} &= \frac{\frac{-3}{13}\sqrt{13} + 6 \cdot \frac{-2}{13}\sqrt{13}}{3 \cdot \frac{-2}{13}\sqrt{13} - \frac{-3}{13}\sqrt{13}} = \frac{\frac{-\sqrt{13}}{13}(3 + 12)}{\frac{-\sqrt{13}}{13}(6 - 3)} \\ &= \frac{15}{3} = 5 \end{aligned}$$

Skor
2

9



Jarak arsitek dengan menara = AB

Tinggi menara = AC

$$\tan B = \frac{AC}{AB}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{AC}{20}$$

$$\begin{aligned} AC &= \tan 45^\circ \times 20 \\ &= 1 \times 20 \\ &= 20 \end{aligned}$$

Dengan demikian, maka diketahui bahwa tinggi menara masjid adalah 20m.

Skor
2

10

- Berdiri di depan tugu Jam Gadang dengan membawa klinometer sederhana. Hitung sudut elevasinya. Hitung juga jarak antara pengukur dan tugu Jam Gadang. Jangan lupa catat tinggi pengukurnya yang perlu ditambahkan untuk menemukan hasil akhir yang akurat. Dengan menggunakan nilai perbandingan tangen sudut elevasi dan menambahkan tinggi badan pengukur, ia akan menemukan tinggi Jam Gadang.
- Cari sebuah titik di seberang sungai yang mencolok dan bisa dijadikan objek rujukan. Posisikan diri tepat di seberang objek rujukan dan jalan sambil mengukur jarak yang ditempuh. Berhenti di suatu titik yang diinginkan dan gunakan alat busur untuk menghitung sudut perputaran agar pengukur dapat menatap objek rujukannya. Dengan menggunakan nilai perbandingan tangen, pengukur dapat menemukan lebar sungai dan menentukan panjang jembatan yang perlu dibangun.

Skor
4

UMPAN BALIK

Untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian, cocokkan jawaban dengan kunci jawaban pada bagian akhir kegiatan pembelajaran. Hitung jawaban benar kalian, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi kegiatan pembelajaran ini.

$$\text{Rumus Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Kriteria

- 90% – 100% = baik sekali
- 80% – 89% = baik
- 70% – 79% = cukup
- < 70% = kurang

Jika tingkat penguasaan kalian cukup atau kurang, maka kalian harus mengulang kembali kegiatan pembelajaran tersebut dan tidak bisa lanjut ke kegiatan pembelajaran selanjutnya. Jika tingkat penguasaan kalian cukup atau kurang pada bagian evaluasi, maka kalian harus mengulang kembali seluruh pembelajaran/pada bagian yang kalian belum pahami.

GLOSARIUM

Cosinus (Cos)	: Perbandingan sisi segitiga yang terletak di samping sudut dengan sisi miring (dengan catatan segitiga tersebut adalah segitiga siku-siku yang salah satu sudutnya besarnya 90°).
Koordinat Cartesius	: Menentukan kedudukan titik dalam bidang dengan menggunakan dua bilangan yang biasa disebut koordinat x (abses) dan koordinat y (ordinat) dari titik tersebut.
Kuadran	: Seperempat lingkaran, yaitu setiap dari empat bagian suatu bidang datar yang terbagi oleh dua sumbu yang berpotongan tegak lurus.
Perbandingan sudut berelasi	: Perluasan dari definisi dasar trigonometri tentang kesebangunan pada segitiga siku-siku yang hanya memenuhi untuk sudut kuadran I atau sudut lancip ($0^\circ - 90^\circ$)
Sinus (Sin)	: Perbandingan sisi segitiga yang ada di depan sudut dengan sisi miring (dengan catatan segitiga tersebut adalah segitiga siku-siku yang salah satu sudutnya besarnya 90°).
Tangen (Tan/Tg)	: Perbandingan sisi segitiga yang ada di depan sudut dengan sisi samping sudut (dengan catatan segitiga tersebut adalah segitiga siku-siku yang salah satu sudutnya besarnya 90°).
Trigonometri	: Fungsi yang menghubungkan besar sudut dengan perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku.

DOA SEBELUM DAN SESUDAH BELAJAR

DOA SEBELUM BELAJAR

رَضِيتُ بِاللَّهِ رَبًّا وَبِالْإِسْلَامِ دِينًا وَبِمُحَمَّدٍ نَبِيًّا وَرَسُولًا رَبِّ زِدْ بِي عِلْمًا وَرُزُقْنِي فَهْمًا

Artinya:

"Kami ridho Allah Swt sebagai Tuhanku, Islam sebagai agamaku, dan Nabi Muhammad sebagai Nabi dan Rasul, Ya Allah, tambahkanlah kepadaku ilmu dan berikanlah aku pengertian yang baik"

DOA SESUDAH BELAJAR

اللَّهُمَّ أَرِنَا الْحَقَّ حَقًّا وَارْزُقْنَا اتِّبَاعَهُ وَأَرِنَا الْبَاطِلَ بَاطِلًا وَارْزُقْنَا اجْتِنَابَهُ

Artinya:

"Ya Allah, tunjukkanlah kepada kami kebenaran, sehingga kami dapat mengikutinya. Dan tunjukkanlah kepada kami kejelekan sehingga kami dapat menjauhinya"

DAFTAR PUSTAKA

- Kemendikbud. 2022. Kepmendikbudristek Nomor 262/M/2022 tentang Perubahan atas Kepmendikbudristek Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran. Jakarta : Kemendikbud.
- Liana, Ria Dhotul. 2018. “Pengembangan Modul Matematika Berbasis Unity of Sciences Pada Materi Trigonometri Kelas X MA Yaspia Ngroto Gubug Grobogan”. (skripsi. Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Walisongo).
- Miyanto dan Astuti, Anna Yuni. 2013 . Matematika Mata Pelajaran Wajib Kelas X Jilid B. Klaten : Intan Pariwara.
- Research, Tim Quantum. 2020. Super Master Pelajaran SMA/MA Kelas X Semester 1 dan 2 Saintek. Bandung: Yrama Widya.
- Sinaga, Bomok, dkk. 2017. Buku Siswa Matematika untuk SMA/SMK Kelas X K-13. Jakarta: Kemdikbud.
- Susanto, Dicky, dkk. 2021. Buku Panduan Guru Matematika untuk SMA/SMK Kelas X Kurikulum Merdeka. Jakarta: Kemdikbud.
- Susanto, Dicky, dkk. 2021. Buku Siswa Matematika untuk SMA/SMK Kelas X Kurikulum Merdeka. Jakarta: Kemdikbud.

MODUL



SCIENCE · TECHNOLOGY
ENGINEERING · ART · MATHEMATICS

Modul ini berisi pokok bahasan perbandingan trigonometri dan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) untuk SMA/Sederajat kelas X kurikulum merdeka. Modul ini membahas materi perbandingan trigonometri yang memuat tiga subbab yaitu perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, perbandingan trigonometri sudut berelasi, dan aplikasi perbandingan trigonometri dalam kehidupan. Modul ini berisi materi perbandingan trigonometri yang dikaitkan dengan menggunakan lima bidang ilmu yaitu Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. Modul ini disusun dengan harapan dapat memberikan penjelasan terkait pemahaman konsep materi perbandingan trigonometri dan menunjang kreativitas dan inovasi dalam menyelesaikan permasalahan di dunia nyata. Dengan modul ini, peserta didik dapat belajar lebih seimbang antara penguasaan materi matematika dengan ilmu lainnya.

