

**PENGEMBANGAN e-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN
MATEMATIKA SISWA KELAS XI MAN KOTA PASURUAN**

TESIS

**OLEH
RINDU SETIA LESTARI
NIM. 220108220001**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

2026



**PENGEMBANGAN e-MODUL BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN
MATEMATIKA SISWA KELAS XI MAN KOTA PASURUAN**

TESIS

Diajukan Kepada

**Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar Magister**

Oleh

Rindu Setia Lestari

NIM. 220108220001



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

Tesis dengan judul “Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan” oleh Rindu Setia Lestari ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke sidang ujian.

Pembimbing I,



Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.
NIP. 19710420 200003 1 003

Pembimbing II,



Dr. Imam Sujarwon M.Pd
NIP. 19630502198703 1 005

Mengetahui,
Ketua Program Studi

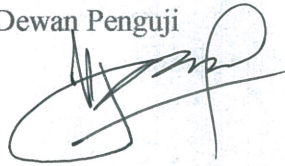


Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129200012 2 005

LEMBAR PENGESAHAN

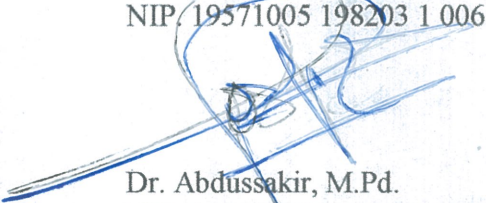
Tesis dengan judul "**Pengembangan e-Modul Project Based Learning Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan**" oleh **Rindu Setia Lestari** ini telah dipertahankan di depan sidang penguji dan dinyatakan **lulus** pada tanggal 19 Juni 2026.

Dewan Penguji



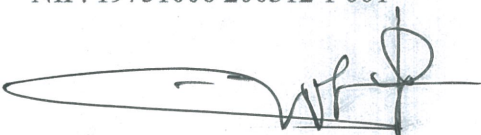
Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D.
NIP. 19571005 198203 1 006

Penguji Utama



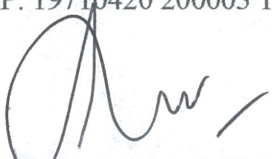
Dr. Abdussakir, M.Pd.
NIP. 19751006 200312 1 001

Ketua



Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.
NIP. 19710420 200003 1 003

Sekretaris

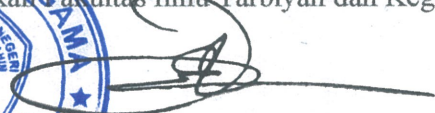


Dr. Imam Sujarwo M.Pd.
NIP. 19630502 1987031 005

Anggota



Mengesahkan,
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan



Dr. H. Muhammad Walid, MA.
NIP. 19730823 200003 1 002

NOTA DINAS PEMBIMBING

Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.

Dosen Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK)

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

NOTA DINAS PEMBIMBING

Hal : Tesis Rindu Setia Lestari

Malang, 04 Juni 2026

Lamp : 4 (Empat) Eksemplar

Yang Terhormat,

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK)

di Malang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sesudah melakukan beberapa kali bimbingan, baik dari isi, bahasa maupun teknik penulisan, dan setelah membaca tesis mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Rindu Setia Lestari

NIM : 220108220001

Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Judul Tesis : Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan

maka selaku pembimbing, kami berpendapat bahwa tesis tersebut sudah layak diajukan untuk diujikan. Demikian, mohon dimaklumi adanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing,



Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd.
NIP. 19710420 200003 1 003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rindu Setia Lestari
NIM : 220108220001
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Judul Tesis : Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan

menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini merupakan karya saya sendiri, bukan plagiasi dari karya yang telah ditulis atau diterbitkan orang lain. Adapun pendapat atau temuan orang lain dalam tesis ini dikutip atau dirujuk sesuai kode etik penulisan karya ilmiah dan dicantumkan dalam daftar rujukan. Apabila dikemudian hari ternyata tesis ini terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia untuk diproses sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 04 Juni 2026

Hormat saya,



Rindu Setia Lestari

NIM. 220108220001

LEMBAR MOTO

مَنْ جَدَّ وَجَدَ

Siapapun yang bersungguh-sungguh, maka ia akan berhasil

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur, peneliti mempersembahkan tesis ini khusus kepada:

Suami Tercinta, Eko Erwanto, S.Pd

Terima kasih telah menjadi rumah terbaik saat lelah melanda, pedagang semangat di saat aku ragu, dan mengajarkan arti ketulusan melalui hal-hal kecil. Tanpa dukunganmu yang tak henti-hentinya, langkah ini tak akan pernah terwujud.

Ananda Bismi Salsabila Ersyahputri

Ananda Insha Alesha Ersyahputri

Terima kasih telah memahami ibu dengan segala keterbatasannya, menjadi mengusir kelelahan, dan selalu siap memeluk di saat aku hampir menyerah.

Ibu Mutmainah

Terima kasih atas cinta yang tak pernah mengenal syarat, doa yang selalu diberikan, dan dekapan yang menjadi tempat paling hangat untuk kembali.

Bapak Martono

Terima kasih atas keteladanan yang menghiasi perjalanan hidup ini, keteguhan yang menjadikan kekuatan, kerja keras yang menginspirasi, dan doa-doa yang terucap dalam keheningan, dan semua petuah ayah yang menguatkan setiap langkahku.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, yang sudah melimpahkan berkah dan karunia kepada penulis sehingga diberikan kekuatan, kemampuan, dan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan”. Semoga selawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad, yang sudah menerangi umat manusia dari kegelapan menuju pencerahan.

Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Tesis ini tidak mungkin bisa terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut.

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. H. Muhammad Walid, MA. selaku dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Elly Susanti, M.Sc. selaku ketua Program Studi Magister Pendidikan Matematika, serta seluruh dosen Program Studi Magister Pendidikan Matematika.
4. Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd. dan Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang selama ini selalu memberikan waktu, perhatian, pikiran, dan ilmu dalam membimbing dan mengarahkan penulisi sehingga dapat menyelesaikan tesis ini.
5. Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D., Prof. Dr. H. Suhartono, S.Si, M.Kom. dan Dr. Marhayati, M.PMat. selaku validator ahli yang sudah memberi saran untuk memperbaiki tesis yang penulisi buat.
6. Dr. Achmad Barik Marzuq, M.Pd selaku kepala MAN Kota Pasuruan, dan jajaran guru yang sudah memberi izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian.

7. Murid kelas XI MAN Kota Pasuruan terutama kelas XI-C tahun ajaran 2025/2026 yang menjadi subjek penelitian.
8. Suami tercinta Eko Erwanto, anakku Bismi Salsabila dan Insha Alesha, ibu Mutmainah, dan ayah Martono dan semua keluarga yang tidak bisa penulis sebutkan seluruhnya, penulis berterima kasih atas seluruh dukungan maupun doa yang sudah diberikan, termasuk hal yang berkaitan dengan materiel ataupun spiritual.
9. Teman terbaik di MAN Kota Pasuruan terutama Ita Miftachul Jannah, Aulia Riski Nurhidayati, Galuh Kartika Sari juga teman seperjuangan di Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang Fendyanto dan Yuni Arifatur Rohmah, terima kasih buat semua semangat dan bantuannya.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik

Tesis ini diharapkan dapat memberi kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan pembelajaran khususnya dalam kemajuan pendidikan matematika, dan untuk menjadi karya yang diberkati oleh Allah.

Malang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR SAMPUL	
LEMBAR LOGO	
LEMBAR PENGAJUAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
NOTA DINAS PEMBIMBING	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
LEMBAR MOTO	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
ملخص.....	xx
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Pengembangan.....	9
D. Manfaat Pengembangan.....	10
E. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	11
F. Spesifikasi Produk	11
G. Orisinalitas Pengembangan	11
H. Definisi Istilah	13
I. Sistematika Penulisan	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
A. Kajian Teori.....	17
1. Pengembangan Model ADDIE	17

2. e-Modul	18
3. <i>Project Based Learning</i>	20
4. Pembelajaran Matematika	24
B. Prespektif Islam.....	25
C. Kerangka Berpikir	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian	29
B. Model Pengembangan.....	29
C. Prosedur Pengembangan	29
D. Uji Produk	37
1. Uji Ahli	37
2. Uji Coba.....	38
E. Jenis Data	39
F. Instrumen Pengumpulan Data	39
1. Angket Validasi.....	40
2. <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	41
3. Angket Respon.....	43
4. <i>Smartphone</i>	44
G. Teknik Pengumpulan Data	44
H. Analisis Data	46
BAB IV HASIL PENGEMBANGAN	49
A. Proses Pengembangan.....	49
1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	49
2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	52
3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	62
4. Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	68
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	74
B. Penyajian dan Analisis Data Uji Produk.....	75
1. Analisis Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	75
2. Analisis Data Respon Siswa Terhadap e-Modul.....	76
BAB V PEMBAHASAN	78
A. Proses Pengembangan e-Modul yang Valid dan Praktis	78

1. Tahap Analisis (<i>Analysis</i>).....	78
2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>).....	80
3. Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	81
4. Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	82
5. Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)	82
B. Penggunaan e-Modul untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika	82
BAB VI PENUTUP	84
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran	85
DAFTAR RUJUKAN	87
LAMPIRAN	89
RIWAYAT HIDUP	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Sebelumnya dan Orisinalitas Penelitian	12
Tabel 2.1 Rincian Proyek	23
Tabel 3.1 Kisi-kisi Analisis Kebutuhan	30
Tabel 3.2 Kisi-kisi Instrumen <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	35
Tabel 3.3 Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli	40
Tabel 3.4 Pedoman Penskoran Angket Validasi Ahli	41
Tabel 3.5 Pedoman Penskoran <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	41
Tabel 3.6 Pedoman Penilaian Angket Respon Siswa.....	44
Tabel 3.7 Kriteria Kevalidan Produk	47
Tabel 3.8 Kriteria Kepraktisan Produk.....	47
Tabel 3.9 Interpretasi Skor Rata-Rata N-Gain.....	48
Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi	62
Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Pembelajaran dan Bahasa	63
Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Teknologi dan Desain.....	64
Tabel 4.4 Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	75
Tabel 4.5 Hasil Angket Respon Siswa Terhadap e-Modul.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir	28
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Judul e-Modul	53
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Kata Pengantar	53
Gambar 4.3 Tampilan Halaman Daftar Isi	54
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Identitas e-Modul.....	55
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Peta Konsep.....	55
Gambar 4.6 Tampilan Halaman Pertanyaan Mendasar	56
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Pembelajaran 1	57
Gambar 4.8 Tampilan Halaman Pembelajaran 2	58
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Pembelajaran 3	59
Gambar 4.10 Tampilan Halaman Proyek	60
Gambar 4.11 Tampilan Halaman Rangkuman dan Evaluasi	60
Gambar 4.12 Tampilan Halaman Glosarium	61
Gambar 4.13 Tampilan Sampul e-Modul Sebelum dan Sesudah Revisi	66
Gambar 4.14 Susunan Materi Sebelum dan Sesudah Revisi	66
Gambar 4.15 Contoh Soal Sebelum dan Sesudah Revisi	67
Gambar 4.16 Proyek Teknologi Sebelum dan Sesudah Revisi	68
Gambar 4.17 Hasil Kelompok 1	69
Gambar 4.18 Hasil Kelompok 2	70
Gambar 4.19 Hasil Kelompok 3	71
Gambar 4.20 Hasil Kelompok 4	72
Gambar 4.21 Hasil Kelompok 5	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Validator Ahli Materi.....	89
Lampiran 2 Surat Permohonan Validator Ahli Teknologi dan Desain	90
Lampiran 3 Surat Permohonan Validator Ahli Pembelajaran dan Bahasa.....	91
Lampiran 4 Lembar Hasil Validasi Materi.....	92
Lampiran 5 Lembar Hasil Validasi Teknologi dan Desain	93
Lampiran 6 Lembar Hasil Validasi Pembelajaran dan Bahasa.....	95
Lampiran 7 Foto-foto Kegiatan Penelitian	97
Lampiran 8 Instrumen Wawancara Guru	98
Lampiran 9 Instrumen Wawancara Siswa	99
Lampiran 10 Instrumen Angket Respon Siswa	100
Lampiran 11 e-Modul.....	101

ABSTRAK

Rindu Setia Lestari. 2026. Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan. Tesis, Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd., (II) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd.

Kata kunci: e-Modul, *Project Based Learning* (PjBL), ADDIE, efektivitas pembelajaran, matematika.

Studi ini dilatarbelakangi oleh belum tersedianya e-modul berbasis *project based learning* pada pembelajaran matematika di MAN Kota Pasuruan, sehingga pelaksanaan *project based learning* belum berjalan optimal. Studi ini bermaksud untuk: (1) menguraikan proses pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang valid dan praktis untuk efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan, dan (2) mengetahui adanya efektivitas pemanfaatan e-modul berbasis *project based learning* dalam meningkatkan pembelajaran matematika siswa.

Studi ini menggunakan penelitian *Research and Development* (R&D) yang didukung oleh model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Subjek yang digunakan ialah siswa kelas XI-C MAN Kota Pasuruan. Data dikumpulkan dari hasil wawancara, angket validasi ahli, angket respon siswa, dan tes *pretest* maupun *posttest*. Analisis data dilaksanakan untuk memastikan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk. Hasil analisis data menggunakan persentase validasi, respon siswa, dan uji *n-gain*.

Hasil penelitian menunjukkan pengembangan e-modul berbasis *project based learning* berhasil dikembangkan melalui model ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Produk yang dihasilkan memenuhi kriteria valid yakni ahli desain dan teknologi memberi nilai 77%, ahli materi 80%, serta ahli pembelajaran dan bahasa 70%. Tingkat kepraktisan e-Modul berdasar pada respon siswa pada kategori praktis berdasarkan respon siswa dengan persentase tampilan 77%, isi 73%, dan penggunaan 80%. Hasil implementasi menunjukkan adanya peningkatan efektivitas pembelajaran matematika siswa, ditandai dengan rerata nilai *pretest* 38,52 meningkat menjadi 72,76 pada *posttest*. Rerata *n-gain* yang diperoleh 0,5184 (51%) berkategori sedang, sedangkan nilai *n-gain* tertinggi mencapai 0,86 berkategori tinggi. Berlandaskan hasil di atas, dapat ditarik kesimpulan e-modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan sudah sesuai spesifikasi valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan.

ABSTRACT

Rindu Setia Lestari. 2026. Development of a Project-Based Learning E-Module to Enhance the Effectiveness of Mathematics Learning for Grade XI Students at MAN Kota Pasuruan. Thesis, Master's Program in Mathematics Education, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, State Islamic University (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Dr. H. Wahyu Henky Irawan, M.Pd., (II) Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd.

Keywords: e-Module, Project-Based Learning (PjBL), ADDIE, learning effectiveness, mathematics

This study was motivated by the absence of a Project-Based Learning (PBL) e-module for mathematics instruction at MAN Kota Pasuruan, which hindered the optimal implementation of the PBL approach. The study aimed to: (1) describe the development process of a valid and practical PBL-based e-module to enhance mathematics learning effectiveness for Grade XI students at MAN Kota Pasuruan, and (2) determine the effectiveness of using the PjBL-based e-module in improving students' mathematics learning.

This study employed a Research and Development (R&D) approach utilizing the ADDIE development model, which comprises the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The subjects were Grade XI-C students at MAN Kota Pasuruan. Data were collected through interviews, expert validation questionnaires, student response questionnaires, and pre-test and post-test assessments. Data analysis was conducted to verify the product's validity, practicality, and effectiveness, utilizing validation percentages, student response data, and n-gain testing.

The study demonstrates the successful development of a project-based learning e-module using the ADDIE model, comprising the analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The resulting product met validity criteria, receiving ratings of 77% from design and technology experts, 80% from subject matter experts, and 70% from instructional and language experts. Regarding practicality, student responses fell into the "practical" category, with ratings of 77% for layout, 73% for content, and 80% for usability. Implementation results showed an improvement in the effectiveness of mathematics learning, evidenced by the mean score rising from 38.52 on the *pretest* to 72.76 on the *posttest*. The mean n-gain was 0.5184 (51%), falling into the medium category, while the highest n-gain score reached 0.86, falling into the high category. Based on these results, it is concluded that the developed project-based learning e-module meets the specifications of validity, practicality, and effectiveness for enhancing mathematics learning among Grade XI students at MAN Kota Pasuruan.

ملخص

ريندو سينيا ليستاري. ٢٠٢٦. تطوير وحدة تعليمية إلكترونية قائمة على المشاريع لتعزيز فعالية تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الحادي عشر في مدرسة "مان" بمدينة باسوروان. رسالة ماجستير، برنامج الماجستير في تعليم الرياضيات، كلية علوم التربية والتعليم، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانج. المشرفان: (١) الدكتور الحاج واهيو هينكي إيراوان، (٢) الدكتور إمام سوجاروو.

الكلمات المفتاحية: الوحدة الإلكترونية، التعلم القائم على المشاريع، نموذج، فعالية التعلم، الرياضيات. جاءت هذه الدراسة استجابةً لغياب وحدة تعليمية إلكترونية قائمة على "التعلم القائم على المشاريع" لتدريس الرياضيات في مدرسة وهو ما حال دون التطبيق الأمثل لهذا النهج التعليمي. هدفت الدراسة إلى: (١) وصف عملية تطوير وحدة إلكترونية قائمة على التعلم القائم على المشاريع تتسم بالصلاحية والعملية لتعزيز فعالية تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الحادي عشر في المدرسة المذكورة، و(٢) تحديد مدى فعالية استخدام هذه الوحدة الإلكترونية في تحسين تعلم الطلاب للرياضيات.

اعتمدت الدراسة منهج البحث والتطوير مستخدمةً نموذج للتطوير التعليمي، الذي يتضمن مراحل: التحليل، والتصميم، والتطوير، والتنفيذ، والتقييم. شملت عينة الدراسة طلاب الصف الحادي عشر (الشعبة) في المدرسة. تم جمع البيانات عبر المقابلات، واستبانات التحقق من الصلاحية من قبل الخبراء، واستبانات آراء الطلاب، والاختبارات القبليّة والبعدية. كما أُجري تحليل للبيانات للتحقق من صلاحية المنتج وعمليته وفعاليته، وذلك باستخدام نسب التحقق، وبيانات استجابة الطلاب، واختبار الكسب المُعدّل.

تُظهر الدراسة نجاح تطوير وحدة تعليمية إلكترونية قائمة على التعلم بالمشاريع باستخدام نموذج، الذي يشمل مراحل التحليل والتصميم والتطوير والتنفيذ والتقييم. وقد استوفى المنتج النهائي معايير الصلاحية، حيث حصل على تقييمات بلغ من خبراء التصميم والتكنولوجيا (٧٧%)، ومن خبراء المحتوى (٨٠%)، ومن خبراء التصميم التعليمي واللغة (٧٠%). وفيما يتعلق بالجانب العملي، صنّف الطلاب الوحدة ضمن فئة "العملية"، حيث بلغت نسب النجاح ٧٧% للمظهر، و٧٣% للمحتوى، و٨٠% لسهولة الاستخدام. حيث ارتفع متوسط درجات الاختبار القبلي من ٣٨,٥٢ إلى ٧٢,٧٦ في الاختبار البعدي. وبلغ متوسط مؤشر ٠,٥١٨٤ (٥١%)، وهو ما يُصنّف ضمن فئة الجدى المتوسطة، بينما بلغ أعلى مؤشر ٠,٨٦، وهي تقع ضمن الفئة العالية. واستناداً إلى هذه النتائج، يُستنتج أن الوحدة التعليمية الإلكترونية المطورة والقائمة على التعلم بالمشاريع تستوفي معايير الصلاحية والعملية والفعالية اللازمة لتعزيز تعلم الرياضيات لدى طلاب الصف الحادي عشر في مدرسة "مان" بمدينة باسوروان.

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Tesis ini mempergunakan acuan transliterasi Arab-Latin yang ditetapkan oleh keputusan bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Nomor 158 dan 0543 b/U/1987, yang bisa diringkas secara singkat seperti yang terlampir di bawah:

A. Huruf

ا	=	a	ز	=	z	ق	=	q
ب	=	b	س	=	s	ك	=	k
ت	=	t	ش	=	sy	ل	=	l
ث	=	ts	ص	=	sh	م	=	m
ج	=	j	ض	=	dl	ن	=	n
ح	=	h	ط	=	th	و	=	w
خ	=	kh	ظ	=	zh	ه	=	h
د	=	d	ع	=	'	ء	=	,
ذ	=	dz	غ	=	gh	ي	=	y
ر	=	r	ف	=	f			

B. Vokal Panjang

Vokal (a) panjang	=	â
Vokal (i) panjang	=	î
Vokal (u) panjang	=	û
	=	â

C. Vokal Diftong

أو	=	'aw
أي	=	ay
أو	=	û
إي	=	î

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dunia pendidikan saat ini berada pada persimpangan penting antara tradisi dan inovasi. Arus revolusi industri 4.0 telah membawa perubahan fundamental dalam berbagai sendi kehidupan, termasuk cara manusia mengakses informasi dan belajar. Transformasi digital bukan lagi sekadar pilihan, melainkan sebuah keniscayaan yang menuntut dunia pendidikan untuk beradaptasi dengan cepat. Dalam konteks ini, pendidikan dituntut untuk tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga membekali peserta didik dengan keterampilan abad ke-21 yang mencakup literasi digital, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Pemenuhan tuntutan tersebut memerlukan inovasi dalam kurikulum, strategi pembelajaran, dan yang tidak kalah penting, yaitu pengembangan sumber belajar yang relevan dengan karakteristik generasi saat ini.

Salah satu inovasi yang muncul sebagai respon terhadap tantangan tersebut adalah pengembangan modul elektronik atau e-modul. Berbeda dengan buku cetak konvensional yang bersifat statis dan linier, e-modul menawarkan pengalaman belajar yang lebih dinamis, interaktif, dan mandiri. Kehadiran e-modul merupakan perwujudan nyata dari pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam bidang pendidikan. Melalui integrasi multimedia seperti gambar, video, animasi, simulasi, dan kuis formatif interaktif, e-modul mampu memperkuat pemahaman konseptual siswa sekaligus meningkatkan motivasi

belajar, sifat interaktif dari e-modul menjadikannya alat yang sangat efektif untuk menciptakan lingkungan belajar yang tidak hanya informatif tetapi juga engaging (Sofyan dkk., 2019). Keunggulan ini diperkuat oleh daya tarik utama e-modul dibandingkan modul fisik terletak pada kemampuannya untuk memberikan umpan balik langsung dan menyesuaikan dengan kecepatan belajar siswa. (Pour dkk, 2018). Lebih lanjut, e-modul dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih mudah dan menyenangkan, sehingga mengurangi rasa frustrasi yang sering muncul saat mempelajari topik-topik yang kompleks (Okta Priantini & Widiastuti, 2021).

Relevansi e-modul semakin meningkat ketika dikaitkan dengan model pembelajaran yang berpusat pada siswa, seperti *project based learning*. *Project based learning* atau pembelajaran berbasis proyek adalah pendekatan yang memungkinkan siswa secara aktif merancang, mengeksplorasi, dan menyelesaikan suatu proyek nyata yang kompleks (Murfiah, 2017). Model ini memberikan ruang bagi siswa untuk bekerja sama, membangun pemahaman mereka sendiri melalui serangkaian tahapan belajar yang terstruktur, dan mencapai hasil yang realistis berupa produk nyata. Proses ini tidak hanya menghasilkan pengetahuan akademik, tetapi juga menumbuhkan keterampilan esensial seperti berpikir kritis, kreativitas, kemampuan bekerja sama dalam tim, dan kemandirian. Menurut Undang-Undang no 20 Tahun 2023 dan Permendikbudristek No 56/M/2022 menjadikan *project based learning* sebagai model pembelajaran yang didorong penggunaannya untuk mencapai pemahaman yang bermakna sesuai kurikulum *deep learning*. Hal ini dikarenakan dalam *project based learning*, siswa diberikan masalah-masalah penting yang menantang untuk dijawab melalui tindakan nyata, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna karena terkait langsung dengan pengalaman dan

lingkungan mereka. Dimana hal ini dapat memberi bantuan kepada siswa untuk bekerja sama membangun pembelajaran mereka sendiri sampai mencapai puncak dengan hasil yang realistis sehingga mirip dengan karya yang dibuat siswa sendiri. dalam pembelajaran berbasis proyek ini peserta didik akan diberikan masalah penting untuk dijawab dengan tindakan nyata sesuai dengan tahapan belajar mereka. Melalui proses ini, siswa tidak hanya mendapat pengetahuan, tetapi juga memperoleh sesuatu yang modern seperti berpikir kritis, kreatif, bekerja sama, dan mandiri.

Namun, penggabungan antara e-modul dengan *project based learning*, khususnya dalam bidang matematika, masih menghadapi sejumlah tantangan. Pembelajaran matematika selama ini seringkali dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang abstrak, kaku, dan terlepas dari konteks kehidupan nyata. hakikat pembelajaran matematika seharusnya adalah proses untuk mengembangkan kreativitas berpikir siswa dan meningkatkan kemampuan mereka dalam mengkonstruksi pengetahuan baru, sehingga materi matematika dapat dikuasai dengan baik dan digunakan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Susanto, 2016). Akan tetapi, realitas di lapangan seringkali menunjukkan gambaran yang berbeda. Praktik pembelajaran matematika di banyak sekolah masih didominasi oleh pendekatan konvensional. Guru cenderung mengajarkan prosedur pengerjaan soal yang serupa dengan contoh yang telah dijelaskan, sehingga siswa hanya terlatih untuk menghafal algoritma tanpa benar-benar memahami konsep di baliknya.

Kondisi ini menyebabkan matematika dianggap sebagai mata pelajaran yang menakutkan dan kurang relevan. Proses pembelajaran seringkali menitikberatkan pada pemberian informasi dan latihan soal secara mekanis, bukan

pada pemahaman konsep dan penerapannya dalam konteks nyata. Guru menjadi pusat pembelajaran (teacher-centered), sementara siswa lebih banyak berperan sebagai penerima informasi pasif. Interaksi yang terjadi terbatas pada tanya jawab searah dan pencatatan materi dari papan tulis. Akibatnya, siswa kehilangan kesempatan untuk mengaitkan konsep matematika yang dipelajari dengan permasalahan yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari. Padahal, kemampuan untuk melakukan koneksi (*mathematical connection*) inilah yang menjadi salah satu indikator utama keberhasilan pembelajaran matematika. Ketika koneksi ini tidak terbangun, matematika tetap menjadi ilmu yang abstrak dan sulit diinternalisasi oleh siswa.

Permasalahan ini tidak hanya terjadi di sekolah-sekolah pada umumnya, tetapi juga ditemukan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Kota Pasuruan. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru mata pelajaran matematika di sekolah tersebut, terungkap bahwa pembelajaran matematika masih menghadapi tantangan serius dalam hal relevansi dan keterlibatan siswa. Mayoritas siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep matematika karena penyajian materi yang kurang kontekstual. Mereka merasa bahwa matematika hanyalah kumpulan rumus yang harus dihafal tanpa tahu kegunaannya dalam kehidupan nyata. Hal ini berdampak pada rendahnya motivasi belajar dan hasil belajar yang belum optimal. Sementara itu, tuntutan kurikulum mengharuskan adanya pembelajaran yang berpusat pada siswa dan pengembangan keterampilan abad ke-21.

Menariknya, MAN Kota Pasuruan sebenarnya telah memiliki kebijakan untuk menerapkan model *project based learning* pada mata pelajaran tertentu yang sudah memiliki laboratorium. Mata pelajaran seperti Biologi, Kimia, Fisika,

dan Seni secara rutin menerapkan *project based learning* karena dianggap memiliki karakteristik yang sesuai dengan pendekatan proyek. Namun, model *project based learning* ini jarang, bahkan hampir tidak pernah diterapkan dalam pembelajaran matematika. Alasan yang muncul di kalangan pendidik adalah anggapan bahwa materi-materi dalam pembelajaran matematika yang abstrak, seperti fungsi, limit, atau statistika, tidak cocok untuk diajarkan dengan *project based learning*. Anggapan ini menjadi penghalang utama dalam mengadopsi pendekatan inovatif yang sebenarnya memiliki potensi besar untuk membuat matematika lebih konkret dan bermakna. Padahal, jika dirancang dengan baik, proyek-proyek matematika seperti analisis data dari lingkungan sekitar, perencanaan anggaran, atau pembuatan model bangun ruang dapat menjadi sarana yang sangat efektif untuk menjembatani konsep abstrak dengan realitas.

Kesenjangan antara kebijakan sekolah yang mendukung *project based learning* dan implementasinya yang belum merata di mata pelajaran matematika menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan sumber belajar yang dirancang khusus. Berdasarkan hasil *pretest* awal yang dilakukan peneliti, ditemukan bahwa MAN Kota Pasuruan belum memiliki modul pembelajaran dengan pendekatan *project based learning* yang memadai untuk mata pelajaran matematika. Ketidadaan modul yang terstruktur dan dirancang secara sistematis menjadi kendala utama bagi guru dalam mengimplementasikan *project based learning*. Guru matematika merasa kesulitan untuk mendesain proyek-proyek yang relevan dengan materi ajar tanpa adanya panduan yang jelas. Di sisi lain, siswa juga tidak memiliki bahan ajar yang dapat menuntun mereka secara mandiri melalui tahapan-tahapan proyek yang kompleks. Oleh karena itu, pengembangan modul pembelajaran dengan pendekatan *project based learning* untuk mendukung

pembelajaran matematika menjadi sebuah kebutuhan yang tidak dapat ditawar lagi.

Untuk menjawab tantangan ini, pengembangan modul *project based learning* perlu diintegrasikan dengan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Pemanfaatan TIK dalam pengembangan modul diharapkan dapat mengatasi keterbatasan modul cetak yang konvensional. Modul berbasis TIK atau yang lebih dikenal dengan e-modul, memiliki kemampuan untuk menyajikan konten yang lebih kaya dan interaktif. Melalui e-modul, tahapan-tahapan dalam *project based learning* dapat divisualisasikan dengan lebih jelas. Sumber belajar dapat diperkaya dengan tautan ke video tutorial, simulasi interaktif, dan data-data terkini. Selain itu, e-modul juga memungkinkan adanya fitur kolaborasi daring, tempat siswa dapat berdiskusi, berbagi ide, dan mempresentasikan hasil proyek mereka dalam format digital. Pengembangan e-modul dengan pendekatan *project based learning* sejalan dengan semangat transformasi digital dalam pendidikan, sekaligus mempersiapkan siswa untuk menghadapi dunia yang semakin terkoneksi secara digital.

Penting untuk dicatat bahwa pengembangan e-modul sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran matematika yang menggunakan model *project based learning* di MAN Kota Pasuruan belum pernah dilakukan sebelumnya. Hal ini membuka peluang besar bagi peneliti untuk melakukan inovasi yang dapat memberikan dampak signifikan terhadap kualitas pembelajaran. e-Modul yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar, tetapi juga sebagai alat yang memandu siswa melalui seluruh fase *project based learning*. Mulai dari penentuan pertanyaan mendasar (*essential question*), perencanaan proyek, penyusunan jadwal, monitoring proses proyek, penilaian hasil, hingga evaluasi

pengalaman. Dengan panduan yang terstruktur dan interaktif, siswa diharapkan dapat lebih mudah memahami konsep matematika karena mereka belajar melalui proses penemuan dan aplikasi langsung.

Latar belakang ini juga didasari oleh keyakinan bahwa siswa kelas XI berada pada tahap perkembangan kognitif yang tepat untuk menerima tantangan pembelajaran berbasis proyek yang lebih kompleks. Pada jenjang ini, siswa telah memiliki kemampuan berpikir abstrak yang lebih matang dan mulai mampu melakukan analisis serta sintesis informasi. Dengan bantuan e-modul yang dirancang secara sistematis, mereka dapat didorong untuk menjadi pembelajar yang mandiri, mampu mengelola waktu, dan bertanggung jawab atas hasil belajar mereka sendiri. e-modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi jembatan yang menghubungkan konsep-konsep matematika yang abstrak dengan aktivitas-aktivitas konkret yang relevan dengan kehidupan siswa. Proyek-proyek yang dirancang akan mengangkat isu-isu kontekstual yang dekat dengan keseharian siswa di Kota Pasuruan, seperti analisis data ekonomi lokal, perencanaan pembangunan miniatur bangunan dengan konsep geometri, atau pengelolaan keuangan sederhana dengan konsep statistika.

Dengan mempertimbangkan potensi besar yang dimiliki oleh integrasi antara e-modul dan model *project based learning* serta adanya kebutuhan nyata di MAN Kota Pasuruan, peneliti merasa terdorong untuk melakukan pengembangan yang inovatif. Peneliti melihat bahwa e-modul dengan *project based learning* memiliki peluang besar tidak hanya untuk membantu siswa memahami materi matematika dengan lebih baik, tetapi juga untuk mengubah persepsi negatif tentang matematika sebagai mata pelajaran yang abstrak dan menakutkan. Melalui proyek-proyek yang bermakna dan berbantuan teknologi, siswa dapat mengalami

sendiri bagaimana matematika bekerja dalam dunia nyata, bagaimana konsep-konsep tersebut saling terhubung, dan bagaimana keterampilan matematika dapat menjadi alat yang ampuh untuk memecahkan masalah. Pengalaman belajar yang positif ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi, kepercayaan diri, dan pada akhirnya hasil belajar siswa.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa terdapat tiga isu utama yang melatarbelakangi penelitian ini. Pertama, adanya tuntutan era revolusi industri 4.0 yang menuntut inovasi sumber belajar berbasis digital yang interaktif seperti e-modul. Kedua, adanya kebutuhan untuk mengimplementasikan model *project based learning* dalam pembelajaran matematika untuk menjadikan pembelajaran lebih kontekstual, bermakna, dan berpusat pada siswa. Ketiga, adanya kesenjangan antara kebijakan penerapan *project based learning* di MAN Kota Pasuruan dengan realitas di lapangan, di mana matematika belum tersentuh oleh pendekatan ini dan belum tersedianya modul *project based learning* yang memadai, terutama yang berbasis elektronik. Ketiadaan e-modul berbasis *project based learning* untuk matematika ini menjadi celah yang perlu segera diisi untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul: “Pengembangan e-Modul Berbasis *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Matematika Siswa Kelas XI MAN Kota Pasuruan.” Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk e-modul yang valid, praktis, dan efektif dalam mendukung pembelajaran matematika. Diharapkan, melalui pengembangan ini, pembelajaran matematika di MAN Kota Pasuruan dapat mengalami transformasi menuju arah yang lebih

inovatif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Lebih dari itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan serupa di sekolah-sekolah lain, serta memberikan kontribusi bagi khasanah keilmuan dalam bidang pengembangan media pembelajaran matematika berbasis teknologi dan model pembelajaran inovatif. Keberhasilan pengembangan ini akan menjadi langkah awal yang penting dalam memastikan bahwa siswa tidak hanya mahir dalam hitungan, tetapi juga memiliki kompetensi abad ke-21.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini dirumuskan dalam dua pertanyaan:

1. Bagaimana proses pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang valid dan praktis untuk pembelajaran matematika siswa kelas XI di MAN Kota Pasuruan?
2. Apakah penggunaan e-modul berbasis *project based learning* dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI di MAN Kota Pasuruan?

C. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk

1. Mendeskripsikan proses pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang valid dan praktis dalam meningkatkan pembelajaran matematika siswa kelas XI di MAN Kota Pasuruan.
2. Mengetahui penggunaan e-modul berbasis *project based learning* dalam meningkatkan efektivitas Pembelajaran matematika siswa kelas XI di MAN Kota Pasuruan.

D. Manfaat Pengembangan

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penguatan integrasi *project based learning* dalam pembelajaran matematika
 Hasil penelitian ini memperkaya khazanah keilmuan mengenai integrasi *project based learning* dalam pengembangan media pembelajaran yang holistik dan kontekstual.
 - b. Pengembangan model e-modul interaktif berbasis teknologi. menyediakan kerangka konseptual bagi pengembangan e-modul yang tidak hanya adaptif terhadap teknologi, tetapi juga sesuai dengan karakteristik siswa generasi digital.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi guru
 - 1) Membantu guru mewujudkan pembelajaran *project based learning* sehingga diperoleh pembelajaran matematika yang efektif.
 - 2) Menyediakan alat bantu ajar yang inovatif untuk menerapkan *project based learning*, sehingga pembelajaran matematika menjadi lebih menarik, interaktif, dan efektif.
 - b. Bagi Sekolah/Lembaga
 - 1) Menjadi media belajar pada *project based learning* yang valid dan praktis.
 - 2) Menjadi media pembelajaran resmi yang mendukung Kurikulum Cinta dan *deep learning*.
 - 3) Mendorong digitalisasi pembelajaran dan inovasi dalam sistem pendidikan di sekolah.
 - c. Bagi penulis
 - 1) Memberikan pengalaman langsung dalam melakukan penelitian

pengembangan (R&D) dan menjadi acuan untuk pengembangan media pembelajaran serupa di masa depan.

- 2) Memberikan gambaran dan acuan dalam mengembangkan media pembelajaran sejenis di mata pelajaran lain.

E. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Penelitian ini berasumsi bahwa e-modul dapat digunakan secara mandiri oleh siswa dan diakses melalui perangkat *smartphone* yang terhubung internet. Selanjutnya, e-modul juga diperkirakan dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai salah satu referensi media bagi pengajar mata pelajaran matematika tingkat lanjut. Diharapkan semua siswa sudah memiliki *smartphone* dan bisa mengakses internet. Keterbatasan e-modul dalam penelitian ini adalah hanya mencakup materi fungsi trigonometri yang diajarkan di kelas XI matematika tingkat lanjut. Visualisasi yang ditunjukkan dalam e-modul hanya mencakup visualisasi pada materi inti yang esensial dari sub bab yang dibahas. Di samping itu, e-modul ini dirancang dengan mengacu pada model ADDIE.

F. Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah modul pembelajaran elektronik atau e-modul yang berisi materi-materi kelas XI. e-Modul berupa file PDF yang dapat diubah menjadi *flipbook* sehingga bisa diakses menggunakan *smartphone* dan komputer. e-Modul ini ditujukan untuk siswa kelas XI pada pelajaran matematika tingkat lanjut. e-Modul dalam penelitian ini dilengkapi dengan penjelasan materi, diskusi, contoh, tampilan visual, dan penilaian untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa.

G. Orisinalitas Pengembangan

Pengembangan e-modul ini menggabungkan dua elemen sekaligus e-

modul dan *project based learning*. Penelitian sebelumnya dan orisinalitas penelitian disajikan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Penelitian Sebelumnya dan Orisinalitas Penelitian

No	Judul	Kesamaan	Perbedaan	Orisinalitas
1	Penggunaan e-Modul dengan sistem <i>Project Based Learning</i>	Penggunaan e-modul dan model pembelajaran <i>project based learning</i>	e-modul menggunakan e-modul biasa yang tidak dibuat sendiri yang digabungkan dengan pembelajaran berbasis proyek atau <i>project based learning</i>	Penerapan e-modul yang dilakukan oleh peneliti tidak hanya menggunakan e-modul biasa tapi juga membuat e-modul yang sesuai dengan tahapan <i>project based learning</i>
2	Pengembangan e-Modul Matematika Berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kreatif	Pengembangan e-modul pada mata pelajaran matematika menggunakan tahapan model pembelajaran <i>project based learning</i>	e-modul digunakan untuk melihat kemampuan berpikir kreatif siswa	e-modul digunakan untuk melihat efektivitas pembelajaran matematika siswa
3	Efektivitas Penggunaan e-Modul Berbasis <i>Project Based Learning</i> Terhadap Kompetensi Peserta Didik pada Kurikulum Merdeka Belajar	Penggunaan e-modul dan model pembelajaran <i>project based learning</i> pada kurikulum merdeka belajar	e-modul digunakan untuk melihat kompetensi peserta didik pada kurikulum merdeka belajar	e-modul digunakan untuk melihat efektivitas pembelajaran matematika siswa
4	Pengembangan e-Modul Berbasis <i>Project Based Learning</i> pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Fase E SMA/MA	Pengembangan e-modul menggunakan tahapan model pembelajaran <i>project based learning</i> pada Fase E SMA/MA	Pengembangan e-modul pada mata pelajaran biologi	Pengembangan e-modul pada mata pelajaran biologi bukan matematika
5	Development of an	Pengembangan	Pengembangan	Pengembangan

electronic Module (e-Modul) in IPAS Based on a <i>Project Based Learning</i> (PJBL) Model in Class IV at SDN 06 Sitiung, Dharmasraya District	e-modul menggunakan tahapan model pembelajaran <i>project based learning</i> pada kelas SD	e-modul pada mata pelajaran IPAS	e-modul pada mata pelajaran IPAS bukan matematika
---	--	----------------------------------	---

H. Definisi Istilah

1. Model ADDIE adalah kerangka kerja sistematis yang terdiri dari lima fase yaitu Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.
2. e-Modul adalah Bahan ajar digital yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri siswa.
3. *Project Based Learning* adalah Strategi pembelajaran yang melibatkan siswa dalam menyelesaikan proyek autentik sebagai inti dari proses belajar.
4. Pembelajaran Matematika adalah proses interaksi yang dirancang guru untuk membantu siswa membangun pemahaman konsep matematika dan mengembangkan kemampuan berpikir logis serta kreatif.

I. Sistematika Penulisan

Mempermudah proses penulisan proposal dan memahami isinya, sistematika penulisan setiap bab dalam proposal akan disajikan dengan rincian. Berikut adalah penjelasan mengenai sistematika penulisan tersebut:

1. Bagian Awal

Bagian awal mencakup halaman judul, lembar pengajuan, lembar persetujuan, lembar pengesahan, daftar isi, dan lain-lainnya.

2. Bagian Inti

Bagian inti terbagi menjadi beberapa bab yaitu bab 1-6 yang mencakup:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini, dijelaskan cara-cara merumuskan judul penelitian yang dibagi menjadi beberapa sub bab yang meliputi; 1) Latar belakang masalah mengenai focus judul pengembangan e-modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan Pembelajaran matematika siswa; 2) Rumusan masalah yang dibuat sesuai dengan latar belakang; 3) Tujuan penelitian yang menjadi pedoman untuk menjawab rumusan masalah; 4) Manfaat penelitian dari sudut pandang teoritis dan praktis; 5) Asumsi dan keterbatasan penelitian yang membahas tentang hipotesis yang diajukan oleh peneliti, 6) Spesifikasi Produk yang dikembangkan yang membahas tentang produk apa yang dihasilkan, untuk siapa, dan terdiri dari komponen apa saja, 7) Orisinalitas pengembangan yang menunjukkan kesamaan dan perbedaan penelitian dengan penelitian sebelumnya; 8) Definisi istilah yang dibuat untuk mencegah kesalah pahaman dalam penafsiran istilah dalam penelitian ini, serta 7) Sistematika penulisan yang menjelaskan secara jelas isi dari setiap bab dan sub bab dalam proposal ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, menjelaskan hasil tinjauan pustaka ke dalam beberapa sub bab, meliputi: 1) Kajian teori-teori yang digunakan dan relevan dengan topik penelitian, yaitu: Model pengembangan ADDIE; e-modul; *project based learning*; pembelajaran matematika 2) Perspektif islam yang terdapat pada ayat-ayat al-Qur'an, yakni; Q.S an-Nahl Ayat 11 dan Q.S. Luqman ayat 10-11). Kerangka berpikir terdiri atas tabel dan bagan untuk

menjelaskan hasil kajian teori yang telah diuraikan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, dijelaskan metode yang diterapkan dalam studi yang terdiri dari beberapa sub bagian, termasuk: 1) Pendekatan dan jenis penelitian; 2) Model pengembangan pilihan yang sesuai dengan elemen-elemen produk yang perlu dikembangkan serta hubungan di antara elemen tersebut yang akan dibahas dalam penelitian; 3) Prosedur pengembangan yang memuat langkah-langkah pengembangan yang dilakukan untuk mempersiapkan dan menyajikan hasil penelitian berdasarkan alur yang telah disampaikan; 4) Uji produk yang terdiri dari uji ahli dan uji coba; 5) Jenis data; 6) Instrumen Pengumpulan data yang berisi angket validasi, soal pretest dan posttest, angket respon siswa, dan smartphone; 7) Teknik pengumpulan data; 8) Analisis data yang berisi cara yang dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan data dan cara perhitungan data-data tersebut yang akan disajikan dalam penelitian ini.

BAB IV HASIL PENGEMBANGAN

Pada bagian ini, disajikan data dan hasil dari penelitian. Data yang disajikan dibagi menjadi tiga sub bagian, yaitu: 1) Proses pengembangan e-modul yang berisi tahapan ADDIE; dan 2) Penyajian dan analisis data uji produk yang berisi analisis data hasil tes dan analisis data hasil angket respon siswa.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini, dibahas 1) Proses pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang valid dan praktis 2) Penggunaan e-modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran matematika siswa

BAB VI PENUTUP

Pada segmen ini, diberikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diambil dari hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya. Rekomendasi dihasilkan berdasarkan kesimpulan tersebut.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir memuat daftar rujukan yang mencakup berbagai sumber dari buku, artikel, jurnal serta *prosiding* yang digunakan oleh peneliti untuk menyusun proposal, juga lampiran yang disiapkan untuk melengkapi dokumen pada penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pengembangan Model ADDIE

Pada pengembangan e-modul, peneliti menggunakan penelitian pengembangan dengan menerapkan model ADDIE. Model ADDIE dipilih sebagai panduan pengembangan karena sifatnya yang sistematis, interaktif dan terstruktur (Misesani dkk., 2020). Terdapat lima tahapan pengembangan yang harus dilakukan di mana output dari satu tahap menjadi input untuk tahap berikutnya, memastikan produk akhir yang komprehensif dan teruji (Sugiyono, 2022). Kelima tahapannya antara lain dijelaskan secara umum sebagai berikut:

a. Tahap Analisis (*Analysis*)

Ini adalah fase yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan e-modul. Tahap ini adalah tahap melakukan wawancara pada guru dan siswa tentang penggunaan media dalam pembelajaran *project based learning* lalu dihubungkan dengan pembelajaran khususnya pembelajaran matematika.

b. Tahap Perancangan (*Design*)

Ini adalah fase yang melibatkan proses untuk menentukan desain yang cocok dengan kebutuhan. Aspek yang ditentukan dalam desain termasuk pemilihan komponen, gambaran keseluruhan, dan susunan materi yang sesuai. Selain itu, pada fase ini e-modul ditetapkan secara sistematis untuk mendukung tujuan pembelajaran. Pengembangan menggunakan aplikasi *flipbook*.

c. Tahap Pengembangan (*Development*)

Ini adalah fase dimana konsep diubah menjadi produk fisik. Segala hal terkait dengan desain dari tahap sebelumnya kini diwujudkan menjadi bentuk nyata. Dalam penelitian ini, fokusnya adalah pada pengembangan e-modul untuk pembelajaran berbasis proyek. Setelah desain menjadi nyata, e-modul ini divalidasi oleh para ahli untuk memastikan kualifikasinya valid.

d. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Ini adalah fase dimana e-modul yang dikembangkan akan digunakan dalam situasi nyata. Proses implementasi dalam penelitian ini dimulai dengan pengujian lapangan yang melibatkan subjek yang relevan. Pengujian tersebut mencakup *pretest*, *posttest*, dan angket respon. Dengan cara ini, data kuantitatif dan kualitatif dikumpulkan dan dianalisis untuk menilai efektivitas produk. Setelah itu, produk yang sudah dikembangkan akan diserahkan kepada tenaga pendidik agar bisa diimplementasikan sebagai alat pembelajaran.

e. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Ini adalah fase yang dilakukan untuk evaluasi menyeluruh, mencakup semua tahapan dari analisis hingga implementasi. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk revisi untuk menghasilkan produk yang valid, efektif, dan praktis sesuai kebutuhan.

2. e-Modul

e-Modul lebih dari sekadar buku digital. e-Modul adalah lingkungan belajar interaktif yang memanfaatkan multimedia untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Kelebihannya antara lain aksesibilitas lintas perangkat dan kemampuan belajar mandiri, meskipun tantangannya adalah

ketergantungan pada infrastruktur teknologi dan disiplin belajar siswa. e-Modul adalah sebuah media belajar mandiri yang berisi materi pembelajaran (Sofyan dkk., 2019). e-Modul juga memiliki pengertian media belajar mandiri dalam bentuk digital yang disusun untuk mewujudkan kompetensi pembelajaran dan membuat peserta didik lebih interaktif (Pour dkk., 2018). e-Modul juga mencakup bahan ajar dalam bentuk elektronik yang disusun secara sistematis yang juga dapat menyajikan pembelajaran dalam berbagai format seperti text, gambar, musik, video, animasi, serta dilengkapi tes formatif (Okta Priantini & Widiastuti, 2021). e-Modul memiliki banyak keunggulan, diantaranya: (1) Membuat pola belajar siswa menjadi mandiri (2) Mengatasi kekurangan sumber belajar (guru bukan sumber belajar utama) (3) Memudahkan penyampaian materi (4) Memudahkan memahami materi pembelajaran (5) Pembelajaran menjadi menarik (6) Fleksibilitas (siswa dapat belajar dimana saja) (Okta Priantini & Widiastuti, 2021). Namun, masih ada kelemahan dari e-modul, diantaranya yaitu (1) Biaya pengembangan tinggi (2) Siswa perlu memiliki kesadaran untuk belajar mandiri. (3) Membutuhkan ketekunan belajar yang tinggi (Lusitania Herzegovina, Laurensia M. Perangin-Angin & Risma Sitohang, 2023). Dalam proses penyusunan modul, terdapat beberapa langkah yang diatur secara sistematis dan mengacu pada kompetensi yang ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional. Langkah-langkah ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan

Pada langkah pertama, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi spesifikasi modul yang diperlukan dalam *project based learning*, sehingga sesuai dengan kompetensi yang telah ditentukan

b. Penyusunan Modul.

Langkah kedua melibatkan penyediaan materi berdasarkan kompetensi yang telah ditetapkan secara sistematis.

c. Validasi.

Langkah ketiga melibatkan ahli dalam proses validasi untuk memastikan bahwa modul sesuai dengan kebutuhan dan layak digunakan.

d. Uji Coba.

Langkah keempat terdiri dari penggunaan modul kepada sekelompok siswa untuk mengevaluasi efektivitas dan kelayakan modul sebelum digunakan secara lebih luas.

3. *Project Based Learning*

Project Based Learning adalah pendekatan instruksional yang berpusat pada siswa dan melibatkan siswa untuk menyelesaikan masalah (Siswanto, 2023). *Project Based Learning* berfokus pada pembelajaran melalui pengalaman nyata. Prinsip utamanya meliputi sentralitas proyek dalam kurikulum, penggunaan pertanyaan pemandu yang menantang, investigasi konstruktif, otonomi siswa, dan keotentikan produk akhir. Dalam konteks Kurikulum Cinta dan *deep learning*, *project based learning* sangat selaras dengan delapan dimensi profil Lulusan, seperti: Bernalar kritis, Kreativitas, dan Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan yang Maha Esa. *Project Based Learning* memiliki beberapa prinsip yaitu:

a. Prinsip Sentralistis (*Centrality*)

Proyek inti dari kurikulum, yaitu siswa belajar konsep utama dari suatu pengetahuan melalui proyek.

b. Prinsip Pertanyaan Pendorong/Penuntun (*Driving Question*)

Projek berfokus pada "pertanyaan/permasalahan" yang dapat mendorong siswa untuk belajar konsep atau prinsip utama dari suatu bidang tertentu.

c. Prinsip Investigasi Konstruktif (*Constructive Investigation*)

Projek adalah proses yang mengarah pada pencapaian tujuan, yang mencakup kegiatan inkuiri, pembuatan ide, dan penyelesaian masalah

d. Prinsip Otonomi (*Autonomy*)

Projek merupakan kebebasan siswa dalam menjalankan proses pembelajaran, yaitu mereka bebas membuat keputusan dan bertanggung jawab atas apa yang mereka lakukan.

e. Prinsip realistik (*realisme*)

Projek adalah produk nyata, tidak seperti yang diajarkan di sekolah. Pembelajaran berbasis projek berfokus pada masalah nyata bukan simulasi dan solusinya dapat diterapkan di dunia nyata (Armstrong,2013). Tahapan *project based learning* yang harus ada dalam proses pembelajaran adalah:

- a. Mengelompokkan peserta didik menjadi 3 atau 4 kelompok untuk mengerjakan projek selama kurang lebih 3- 8 minggu.
- b. Mengajukan pertanyaan awal kepada peserta didik dapat memancing siswa untuk belajar lebih lanjut dan mengarahkannya dalam membuat projek.
- c. Membuat jadwal perencanaan penyelesaian project mulai dari membuat rancangan, mewujudkan Project sampai mempresentasikan projek.
- d. Memberikan umpan balik dan penilaian atas pengerjaan projek yang dibuat (Murfiah, 2017).

Project Based Learning adalah pembelajaran yang sangat baik digunakan untuk mencapai tujuan pendidikan abad ke-21. Tujuan abad-21 ini di Indonesia berada pada Kurikulum Nasional yang dijelaskan menjadi 8 dimensi profil lulusan. Kedelapan dimensi yang dimaksud adalah (1) Keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, (2) Kewargaan, (3) Penalaran kritis, (4) Kreativitas, (5) Kolaborasi, (6) Kemandirian, (7) Kesehatan, dan (8) Komunikasi (Kemdikdasmen, 2025). Sesuai dengan 8 dimensi profil lulusan yang telah dirumuskan oleh kurikulum nasional. e-Modul akan berisi 8 Dimensi profil lulusan, tujuan proyek, bahasa, sumber pengajaran, dan penilaian. Pendidik memiliki kemampuan untuk memilih, membuat dan mengembangkan e-modul berbasis *project based learning* sesuai dengan konteks, karakteristik, kebutuhan, dan delapan dimensi profil lulusan. Mereka harus memastikan bahwa modifikasi dan/atau penggunaan e-modul proyek yang telah mereka buat sesuai dengan karakteristik setiap daerah, satuan pendidik, dan peserta didik. Pengembangan e-modul berbasis *project based learning* harus sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik. Oleh karena itu, ketika guru membuat e-modul secara mandiri, mereka harus merancang tujuan dan evaluasi pembelajaran terlebih dahulu. Setelah itu, guru harus membuat aktivitas untuk e-modul tersebut, dan terakhir, guru harus menyamakan isi e-modul dengan materi pembelajaran. Berikut cara merancang modul yaitu:

- a. Menentukan 8 dimensi profil lulusan yang akan berfungsi sebagai tujuan *project based learning*.

- b. Menyusun rubik penilaian yang sesuai dengan rumusan kompetensi dan sesuai fase peserta didik.
- c. Menyusun rancangan sesuai dengan indikator dan strategi asesmen.
- d. Mengembangkan alur kegiatan pembelajaran yang dilakukan untuk mencapai tujuan proyek.
- e. Mendetailkan sebuah penjelasan mengenai tahapan alur aktivitas dan kegiatan evaluasi yang perlu dilakukan.
- f. Melengkapi seluruh komponen lain yang serasa diperlukan.
- g. Menyamakan isu tema, sub tema, dengan tujuan proyek yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Rizky Satria dkk., 2022).

Dalam pendidikan matematika, proyek membantu guru merevitalisasi konsep saat membuat tujuan, tes, dan kegiatan. Tujuan proyek adalah untuk mencapai 8 dimensi profil lulusan, seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Rincian Proyek

8 Dimensi Profil Lulusan	Proyek	Materi matematika
Peserta didik melatih untuk memiliki kecakapan bernalar kritis dan kreativitas untuk mewujudkan keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa dengan melakukan menentukan tinggi menara Eiffel dan menggambar gelombang dari fungsi trigonometri	Menggambar gelombang dan menentukan fungsi trigonometri	teori trigonometri yang digunakan diantaranya: perbandingan trigonometri, sudut berelasi, identitas trigonometri, dan grafik fungsi trigonometri

Akhirnya dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis *project based learning* bertujuan untuk membantu peserta didik mencapai 8 dimensi profil lulusan, membantu pendidik dalam menarik kembali ide dari penetapan tujuan

ke desain penilaian dan pembuatan aktivitas. Dan sesuai dengan strategi *backward design* pendidik dapat memastikan eksplorasi kegiatan proyek tetap sejalan dengan tujuan akan berisi berisi 8 dimensi profil lulusan, tujuan proyek, bahasa, sumber pengajaran, dan penilaian.

4. Pembelajaran Matematika

Segala upaya guru untuk membuat proses belajar terjadi pada siswanya disebut pembelajaran (Khuluqo, 2017). Pembelajaran adalah sistem atau proses yang direncanakan, dilaksanakan, dan dievaluasi secara sistematis agar siswa atau pembelajar dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan efektif (Widiasworo, 2017). Pembelajaran melibatkan pemilihan, penetapan, dan pengembangan strategi untuk mencapai tujuan pembelajaran. Matematika adalah ilmu yang membahas logika dan masalah numerik. Namun, matematika membantu manusia menafsirkan berbagai ide dan kesimpulan (Samidi, 2016). Matematika tidak hanya mengajarkan keterampilan komputasi (operasi hitung), tetapi juga keterampilan halus seperti menemukan ide, mengolah data, dan menyampaikan ide dalam bentuk simbol, bagan, gambar, atau kalimat secara lisan dan tulisan (Yurniwati & Soleh, 2019). Pembelajaran matematika adalah proses membangun pemahaman peserta didik tentang fakta, konsep, prinsip, dan keterampilan. Setiap siswa memiliki kesempatan untuk menggabungkan pemahaman mereka tentang fakta, konsep, prinsip, dan keterampilan, serta menyelesaikan masalah (Ali & Muhlisrarini, 2016). Berikut adalah beberapa konsep matematika yang bisa diintegrasikan dengan *project based learning* adalah fungsi trigonometri sedangkan Salah satu dimensi dari 8 dimensi profil lulusan adalah penalaran kritis, kreativitas, dan keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Salah

satu proyek yang dapat di implementasikan di MAN Kota Pasuruan dan terintegrasi *project based learning* adalah pembuatan grafik menggunakan aplikasi geogebra. Dalam proyek grafik menggunakan aplikasi *Geogebra* terdapat materi Dengan Integrasi *project based learning* sebagai berikut:

a. Identitas Trigonometri

Persamaan yang melibatkan fungsi trigonometri (sinus, cosinus, tangen, dll.) dan berlaku untuk semua nilai sudut yang memenuhi persamaan tersebut. Identitas ini penting untuk menyederhanakan ekspresi, menyelesaikan persamaan, dan membuktikan hubungan dalam trigonometri.

b. Grafik Fungsi Trigonometri

Grafik fungsi trigonometri adalah Visualisasi bidang koordinat Kartesius yang menunjukkan hubungan antara sudut (sebagai input/*domain*) dan nilai perbandingannya (sebagai output/*range*). Karakteristik utamanya bersifat periodik (membentuk pola gelombang berulang secara terus-menerus dalam interval tertentu).

B. Prespektif Islam

Media pembelajaran merupakan metode atau perangkat untuk memaparkan materi atau bahan (Muliati & Syam, 2020). Al-Quran, sebagai wahyu Tuhan yang memiliki kebenaran yang tak terbantahkan, juga menyentuh perihal media. Dalam Surah Luqman ayat 10 dan 11, Allah Swt. berfirman:

خَلَقَ السَّمٰوٰتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَّرَوْنَهَا وَاَلْقٰى فِى الْاَرْضِ رَوٰسِىَ اَنْ تَمِيْدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيْهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَاَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَآءً فَاَنْبَتْنَا فِيْهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيْمٍ هٰذَا خَلْقُ اللّٰهِ فَاَرُوْنِىْ مَاذَا خَلَقَ الَّذِيْنَ مِنْ دُوْنِهٖۙ بَلِ الظَّالِمُوْنَ فِيْ ضَلٰلٍ مُّبِيْنٍ □

“Dia menciptakan langit tanpa penyangga yang terlihat dan menempatkan gunung-gunung di permukaan bumi untuk mencegahnya bergeser; Dia juga mengisinya dengan berbagai jenis makhluk. Kami menurunkan air hujan

dari langit, sehingga memudahkan pertumbuhan berbagai tanaman yang bermanfaat. Inilah ciptaan Allah; oleh karena itu, tunjukkanlah apa yang sudah diciptakan oleh tuhan-tuhanmu selain Allah. Orang-orang yang berbuat dosa itu jelas keliru.” (QS Luqman: 10-11).

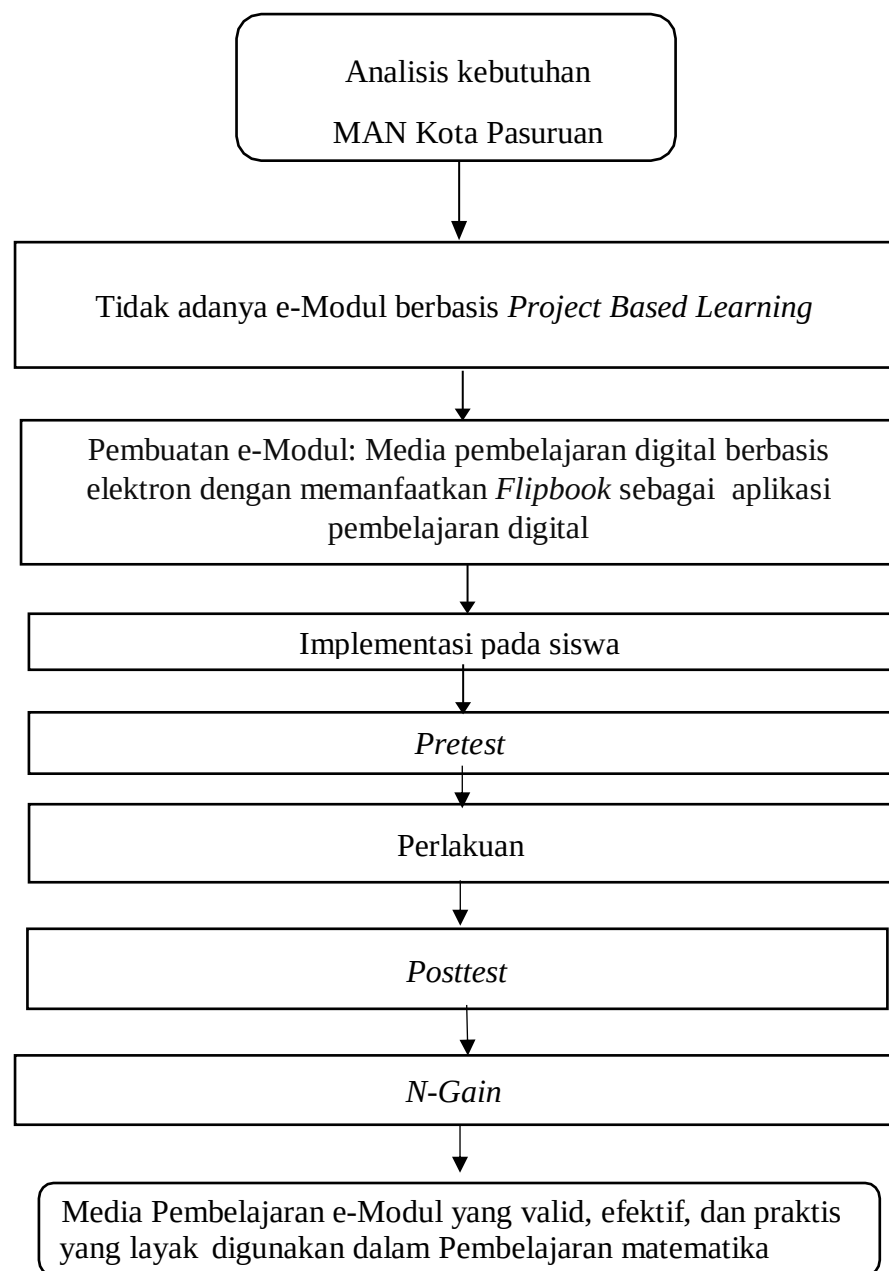
Dari Tafsir Jalalain dijelaskan bahwa “ia menciptakan langit penyangga tiang yang kamu lihat” mencakup kata tiang, atau *'amadin*, berarti pilar penyangga. Ini menunjukkan bila langit diciptakan tanpa pilar penyangga sejak awal (Al-Mahalli & As-Suyuthi, 2019). Selain itu, tafsir dari Ibnu Katsir menyatakan dalam Ayat 10 dan 11 Surah Luqman Allah menegaskan kekuasaannya yang mencakup langit dan bumi beserta seluruh isinya. Ini konsisten dengan pernyataan “ini merupakan ciptaan Allah” yang menandakan bila penciptaan dan takdir Allah tidak memiliki sekutu (Idi, 1999). Dari penjelasan Tafsir Jalalain dan Ibnu Katsir, kita mengetahui bila Allah menciptakan langit tanpa tiang, namun tetap berdiri tegak. Selain itu, Allah juga menciptakan gunung-gunung untuk menstabilkan bumi, sehingga berbagai makhluk dapat hidup dengan aman di atasnya. Beraneka ragam makhluk diciptakan dengan jenis, warna, serta manfaat masing-masing. Allah juga menghadirkan hujan dari langit untuk menjaga kelestarian bumi dengan tanaman yang sehat maupun beragam. Dengan hadirnya langit, gunung, beragam makhluk, serta hujan Allah memperlihatkan bila semuanya merupakan karyanya (Muliati & Syam, 2020).

Dari sudut pandang pendidikan, pesan penting yang disampaikan dalam ayat 10 dan 11 Surah Luqman adalah Al-Qur'an sebagai sumber ilmu tertinggi, juga merupakan media pembelajaran yang efektif. Surah Luqman ayat 10-11, misalnya, menggunakan fenomena alam seperti penciptaan langit, gunung, dan hujan sebagai media untuk mengajarkan kebesaran dan keesaan Allah. Ayat ini

menginspirasi bahwa pendidik dapat memanfaatkan berbagai media, termasuk e-modul, sebagai media penyampaian pesan pembelajaran yang bermakna (Muliati & Syam, 2020).

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini menggambarkan alur logis dari identifikasi masalah hingga solusi. Diawali dengan analisis kebutuhan di MAN Kota Pasuruan. Seiring dengan kemajuan teknologi yang sangat cepat baik dalam informasi maupun komunikasi, ada pengaruh besar terhadap perkembangan media pembelajaran (Isman, 2016). Ini mencakup media pembelajaran tradisional dan digital (Asnawi, 2021). Berdasarkan perkembangan teknologi dan komunikasi, banyak dikenalkan model dan pola pembelajaran secara *paperless* dan *mobile* (Wirasasmita & Uska, 2017). Media yang memungkinkan interaksi dan kemandirian pengguna secara tanpa kertas disebut sebagai modul elektronik atau e-modul. Oleh karena itu, peneliti merancang e-modul berbasis *project based learning*. Penggunaan e-modul diharapkan dapat meningkatkan pembelajaran matematika siswa,. e-modul kemudian divalidasi dan diujicobakan untuk mengukur validitas, kepraktisan dan keefektifannya. Kerangka berpikir ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pada pengembangan e-modul berbasis *project based learning* menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D). *Research and Development* (R&D) merupakan proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. *Research and Development* adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk-produk tertentu. Melalui penelitian *Research and Development* (R&D) masalah pendidikan dapat dicarikan solusi nya sehingga dapat mengembangkan dan mengaplikasikan pendidikan yang lebih inovatif Jenis penelitian menggunakan pendekatan kualitatif yang terjadi di MAN Kota Pasuruan yaitu tidak tersedianya modul yang memadai saat pelaksanaan kegiatan *project based learning* sehingga pembelajaran khususnya Pembelajaran matematika saat kegiatan tersebut tidak efektif.

B. Model Pengembangan

Pada pengembangan e-modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, yang terdiri dari lima tahap utama.

C. Prosedur Pengembangan

Berdasarkan tahapan model ADDIE, maka beberapa tahap pengembangan pada penelitian ini dijelaskan pada tahapan berikut.

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Analisis yang dilakukan adalah analisis kebutuhan. Analisis Kebutuhan dilakukan dengan cara wawancara bersama guru dan siswa. Analisis kebutuhan disajikan dalam bentuk pertanyaan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Kisi-kisi Analisis Kebutuhan

Aspek	Uraian	Pengumpulan data
Guru	1. Efektivitas <i>project based learning</i>	wawancara
	2. Kesulitan yang sering dialami saat melakukan pembelajaran <i>project based learning</i>	wawancara
	3. e-Modul atau media lain yang digunakan dalam proses pembelajaran terutama <i>project based learning</i>	wawancara
	4. Penerapan <i>project based learning</i> dalam pembelajaran matematika	wawancara
	5. Harapan terhadap pembelajaran berbasis proyek atau Project Based Learning (PjBL) setelah pengembangan e-modul ini	wawancara
Siswa	1. Mengetahui tahapan pembelajaran dengan menggunakan <i>project based learning</i>	wawancara
	2. Pendapat para siswa tentang pembelajaran dengan menggunakan <i>project based learning</i>	wawancara
	3. Kesulitan yang sering dialami saat melakukan pembelajaran <i>project based learning</i>	wawancara
	4. Mengetahui belajar dengan <i>project based learning</i> itu menyenangkan	wawancara
	5. Mengetahui persetujuan para siswa saat e-modul dibuat untuk <i>project based learning</i>	wawancara

Analisis kebutuhan dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2025/2026 tepatnya pada bulan Desember 2025. Kegiatan ini dilaksanakan sebanyak 2 kali yaitu analisis kebutuhan kepada Guru dan Analisis Kebutuhan kepada Siswa. Analisis kebutuhan guru melibatkan 3 guru mata pelajaran matematika yang mengajar kelas XI. Sedangkan analisis kebutuhan siswa melibatkan 10 siswa kelas XI-A sampai XI-H. kegiatan dilakukan di dalam ruang kelas masing-masing kelas dan ruang guru MAN Kota Pasuruan. Teknik yang digunakan adalah wawancara dengan kisi-kisi pada Tabel 3.1 untuk memperoleh informasi mengenai kondisi pembelajaran matematika yang berlangsung di MAN Kota Pasuruan.

Pengembangan e-modul berbasis *project based learning* yang sesuai dengan karakteristik peserta didik Fase F (kelas XI) diharapkan dapat menjadi panduan bagi siswa dalam memahami materi, melaksanakan proyek secara sistematis, serta mengurangi terjadinya miskonsepsi selama proses pembelajaran. Selain itu, e-modul ini diharapkan dapat meningkatkan kemandirian belajar, keterlibatan siswa dalam pembelajaran, dan efektivitas pembelajaran matematika di MAN Kota Pasuruan.

2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap ini peneliti merancang struktur e-modul, termasuk capaian pembelajaran, peta konsep, kegiatan belajar, dan instrumen penilaian. Desain dibuat dengan tata letak yang menarik dan ramah pengguna, rancangan e-modul berbasis *project based learning* berbasis dijabarkan sebagai berikut:

- a. Pembuatan e-modul menggunakan aplikasi Microsoft word dan *flipbook* dengan kertas ukuran A4.

- b. Jenis Font tulisan yang digunakan adalah *Calibri*.
- c. Kerangka isi e-modul ini terdiri atas empat bagian, yaitu:
 - 1. Bagian Awal e-modul terdiri atas:
 - a) Sampul di dalam sampul terdapat:
 - i. Judul :“E-MODUL FUNGSI TRIGONOMETRI MAN KOTA PASURUAN MATEMATIKA KELAS XI”.
 - ii. Template yang digunakan adalah template e-book pada aplikasi Canva.
 - iii. Jenis Font tulisan yang digunakan adalah *glacial indifference*.
 - iv. Gambar gedung madrasah milik MAN Kota Pasuruan.
 - v. Identitas lembaga (alamat, telepon, web, sosial media).
 - b) Kata pengantar.
 - c) Daftar isi.
 - 2. Pendahuluan terdiri atas:
 - a) Deskripsi singkat terdiri dari:
 - i. Nomor BAB.
 - ii. Judul BAB.
 - b) Capaian Pembelajaran.
 - c) Alur tujuan pembelajaran.
 - d) Dimensi Profil lulusan.
 - e) Tema Kurikulum Cinta.
 - f) Peta Konsep.
 - 3. Kegiatan Belajar terdiri atas:
 - a) Persiapan proyek

Terdiri dari satu atau dua pertanyaan yang memantik siswa untuk melakukan

suatu proyek.

b) Ringkasan Materi

Terdiri dari ringkasan materi yang berhubungan dengan proyek yang akan dibuat.

c) Perencanaan proyek

Terdiri dari strategi atau cara dalam pembuatan proyek atau roundup waktu dalam membuat proyek.

d) Menguji proyek

Terdiri dari kegiatan presentasi baik melalui daring maupun luring.

e) Penilaian proyek

Berisi tentang pedoman penilaian untuk Proyek yang telah dikerjakan.

f) Evaluasi proyek

Berisi beberapa soal mengenai pembelajaran yang telah dipelajari.

g) Penutup memuat penutup, kunci jawaban, dan glosarium.

3. Tahap Pengembangan (*Develompment*)

Tahap pengembangan mewujudkan desain menjadi produk nyata dan validasi oleh para ahli (materi dan pembelajaran, media dan teknologi, dan bahasa) menggunakan angket skala Likert. Jika semua kriteria terpenuhi, tahap selanjutnya adalah mencetak sesuai dengan jumlah yang diinginkan oleh validator ahli. Setelah itu, dilakukan validasi oleh para ahli di bidang materi, media, bahasa, pembelajaran, dan teknologi. Untuk validasi ini, peneliti memerlukan angket validasi. Indikator penilaian yang sesuai dengan keahlian masing-masing akan divalidasi. Ahli materi akan menilai indikator kesesuaian dan keakuratan materi, serta penyajian informasi, dan lainnya. Selanjutnya, ahli media akan mengevaluasi

kejelasan konsep, daya tarik tampilan, kemudahan penggunaan, dan kesesuaian animasi. Ahli bahasa akan menilai penggunaan bahasa termasuk kesesuaian istilah dan konsistensi dalam penggunaan. Ahli pembelajaran akan menilai penyajian pembelajaran, penyusunan materi, dan kesesuaian contoh dengan materi. Selain itu, ahli teknologi akan mengevaluasi penggunaan teknologi yang tepat di setiap bab. Setelah e-modul dinyatakan valid oleh para validator, proses ini akan dilanjutkan ke tahap berikutnya. Revisi perlu dilakukan hingga diperoleh e-modul berbasis *project based learning*. Setelah e-modul divalidasi oleh para ahli, tahap lanjutan akan dimulai.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Setelah e-modul berbasis *project based learning* dinyatakan layak oleh para ahli melalui tahap validasi, selanjutnya dilakukan uji lapangan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan produk yang dikembangkan. Uji lapangan dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 yaitu tepatnya bulan April 2026 di MAN Kota Pasuruan. Kegiatan ini melibatkan satu kelas yaitu kelas XI-C. Uji lapangan dilaksanakan sebanyak enam kali pertemuan, yang terdiri atas satu kali pertemuan untuk pelaksanaan *pretest*, empat kali pertemuan untuk kegiatan pembelajaran, dan satu kali pertemuan untuk pelaksanaan *posttest* serta pengisian angket respon siswa.

Pada pertemuan pertama, kelas XI-C diberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal siswa sebelum mengikuti pembelajaran. Hasil *pretest* digunakan untuk mengetahui kesetaraan kemampuan awal antar siswa. Selanjutnya, pembelajaran dilaksanakan selama empat kali pertemuan. Pada kelas XI-C, pembelajaran matematika dilakukan dengan menggunakan e-modul berbasis

project based learning yang telah dikembangkan sebagai panduan dalam memahami materi dan menyelesaikan proyek pembelajaran. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan, kelas XI-C diberikan *posttest* untuk mengukur peningkatan Pembelajaran Matematika siswa. Kisi-kisi *pretest* dan *posttest* dituliskan pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen *Pretest* dan *Posttest*

Teori Matematika	Materi Matematika	Indikator Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	Nomor soal
fungsi trigonometri	perbandingan	siswa dapat menentukan sudut	1
	trigonometri	atau panjang rusuk yang lain dari suatu bangun dengan perbandingan trigonometri	
	sudut berelasi	siswa dapat menentukan sudut- sudut dari satuan derajat istimewa di IV kuadran	2
	sudut berelasi	siswa dapat menentukan sudut- sudut dari satuan derajat istimewa di IV kuadran	3
	identitas trigonometri	siswa dapat membuktikan suatu identitas trigonometri dengan benar	4
	fungsi trigonometri	siswa mampu mencari fungsi trigonometri dari suatu grafik trigonometri	5

Selain itu, siswa juga diminta mengisi angket respon pengguna terhadap e-modul. Angket tersebut digunakan untuk memperoleh data mengenai tingkat kepraktisan e-modul berdasarkan kemudahan penggunaan, tampilan, isi materi,

serta manfaatnya dalam mendukung pembelajaran dengan model *project based learning*.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi merupakan tahap akhir dalam model pengembangan ADDIE yang bertujuan untuk menilai kualitas e-modul berbasis *project based learning* yang telah dikembangkan serta memastikan bahwa produk memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Tahap ini dilaksanakan setelah seluruh proses implementasi dan uji coba lapangan selesai dilakukan. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan (*formative evaluation*) dan evaluasi akhir (*summative evaluation*). Evaluasi formatif dilakukan pada setiap tahap pembelajaran untuk melakukan perbaikan terhadap materi, tampilan, bahasa, navigasi, serta kesesuaian sintaks *project based learning* dalam e-modul.

Selanjutnya, evaluasi sumatif dilakukan setelah uji lapangan selesai dilaksanakan. Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data hasil *pretest*, *posttest*, dan angket respon siswa. Skor *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji *n-gain* untuk mengetahui peningkatan pembelajaran matematika siswa setelah menggunakan e-modul. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan tingkat keefektifan e-modul dalam meningkatkan pembelajaran matematika. Apabila nilai *n-gain* menunjukkan kategori sedang atau tinggi, maka e-modul dapat dinyatakan efektif digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, data angket respon siswa dianalisis menggunakan persentase skor kepraktisan. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, kemenarikan tampilan, kejelasan materi, dan kebermanfaatan e-modul dalam membantu siswa melaksanakan proyek pembelajaran. Apabila persentase kepraktisan berada pada

kategori praktis atau sangat praktis, maka e-modul dinyatakan layak digunakan oleh siswa.

Hasil analisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan kemudian dibandingkan dengan kriteria yang telah ditetapkan dalam penelitian. Setelah seluruh proses selesai dilakukan dan produk memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif, maka e-modul berbasis *project based learning* ditetapkan sebagai produk akhir penelitian. Produk akhir tersebut selanjutnya direkomendasikan untuk digunakan sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran matematika kelas XI di MAN Kota Pasuruan untuk membantu siswa memahami materi, melaksanakan proyek pembelajaran secara mandiri, serta meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika.

D. Uji Produk

Uji produk dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur keefektifan, kevalidan, dan kepraktisan produk, serta meningkatkan pemahaman konsep siswa. Dua jenis uji dilakukan dalam uji produk, yaitu uji ahli dan uji coba.

1. Uji Ahli

Tujuan dari uji ahli adalah untuk mengukur tingkat kevalidan e-modul. Pengukuran ini dilakukan dengan menyerahkan draf e-modul berbasis project based learning kepada para ahli yang kemudian akan menilai dan memberikan masukan terhadap produk tersebut berdasarkan angket yang telah disiapkan. Untuk menilai validitas produk oleh tiga validator ahli dengan kualifikasi S3.

a. Desain Uji Ahli

e-Modul yang telah dikembangkan akan divalidasi oleh validator ahli. Validator ini terdiri dari ahli materi, ahli media dan ahli teknologi, juga ahli

bahasa dan ahli pembelajaran. Tujuan validasi ini adalah untuk menilai kevalidan e-modul sehingga dapat diketahui kelayakan penggunaan e-modul berbasis *project based learning*.

b. Subjek Uji Ahli

Berikut adalah kualifikasi untuk subjek uji ahli dalam penelitian ini sebagai berikut:

1) Ahli Materi

Validator tidak boleh menjadi dosen pembimbing tesis, dengan pendidikan minimal S3 (Strata-3) dalam bidang matematika atau pendidikan matematika, serta memiliki pengalaman mengajar setidaknya 5 tahun.

2) Ahli Desain dan Teknologi

Validator tidak boleh menjadi dosen pembimbing tesis, dengan pendidikan minimal S3 (Strata-3) dalam bidang keahlian pengembangan media pembelajaran.

3) Ahli Bahasa dan Pembelajaran

Validator tidak boleh menjadi dosen pembimbing tesis. Pendidikan minimal S3 (Strata-3) dalam bidang keahlian bahasa Indonesia, dengan pengalaman mengajar sekurang-kurangnya 5 tahun.

2. Uji Coba

Uji coba dilakukan dengan memberikan e-modul serta alat tes yang valid kepada siswa. Alat tes ini bertujuan untuk mengukur kepraktisan (melalui angket respon) dan efektivitas (melalui analisis n-gain dari *pretest* dan *posttest*) setelah penggunaan e-modul.

a. Desain Uji Coba

Dalam penelitian kali ini, akan dilakukan uji coba di lapangan. Kegiatan ini melibatkan 30 siswa dari satu kelas XI yang telah diberikan e-modul. Siswa akan mendapatkan instrumen tes berupa *pretest* dan *posttest*. Hasil uji coba dari *pretest* dan *posttest* akan dianalisis untuk menilai keefektifan e-modul dan mengetahui peningkatan pemahaman konsep siswa setelah pemanfaatan media pembelajaran e-modul berbasis *project based learning*. Revisi juga akan dilakukan jika e-modul berbasis *project based learning* belum mencapai tujuan penelitian yang ditetapkan.

b. Subjek Uji Coba

Penelitian ini melibatkan siswa untuk menilai efektivitas e-modul dan mengamati pembelajaran matematika siswa. Uji lapangan ini melibatkan total 30 siswa dari salah satu rombongan belajar kelas XI.

E. Jenis Data

Ada dua tipe data pada uji ahli yaitu data kuantitatif (skor validasi, *pretest*, *posttest*, angket respon) dan data kualitatif (saran dan komentar dari ahli dan siswa). Penting untuk menilai efektivitas e-modul dalam pembelajaran matematika siswa.

F. Instrumen Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat empat instrumen untuk mengumpulkan data, yaitu angket validasi ahli, instrumen tes (*pretest* dan *posttest*), angket respon siswa, dan smartphone. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing instrumen.

1. Angket Validasi

Angket yang telah disusun sesuai kebutuhan digunakan untuk pengumpulan data. Selain itu, instrumen angket kevalidan memiliki kolom komentar dan rekomendasi. Skala Likert digunakan sebagai standar penskoran alat kevalidan ini (Zunaidah & Amin, 2016). Kisi-kisi instrumen validasi ahli ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli

No.	Penilaian		Butir	Validator Ahli
	Aspek	Indikator soal		
1	Materi	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran	1,5	Ahli Materi
		Keakuratan isi materi matematika	2	
		Kemutakhiran materi	3,4	
2	Desain	Tampilan layout menarik dan proporsional	5,6	Ahli Desain
		Konsistensi desain antar halaman	7	
		Navigasi mudah dan jelas digunakan	8	
		Kesesuaian ilustrasi, warna, dan media interaktif	9	
		Kemudahan akses melalui Smartphone/komputer	10	
3	Bahasa	Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa	11	Ahli Bahasa
		Kejelasan struktur kalimat	12	
		Konsistensi penggunaan istilah matematika	13	
		Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia	14	
		Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa	15	
4	Pembelajaran	Kesesuaian dengan prinsip pembelajaran aktif dan <i>project based learning</i>	16	Ahli Pembelajaran
		Penyajian tujuan pembelajaran yang jelas	17	
		Keselarasan antara kegiatan, materi, dan	18	

		evaluasi		
		Keselarasan antara kegiatan, materi, dan	19	
		evaluasi		
5	Teknologi	Kesesuaian platform <i>flipbook</i> atau PDF	20	Ahli Teknologi
		interaktif		
		nteraktivitas antarmuka e-modul	21	
		Integrasi media (gambar, video, grafik)	22	
		yang tepat		
		Kecepatan akses dan stabilitas tampilan	23	

Untuk Pedoman Penskoran angket validasi ahli dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

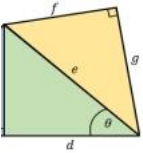
Tabel 3. 4 Pedoman Penskoran Angket Validasi Ahli

Skor	Kriteria Angket validasi
1	Tidak Valid
2	Kurang Valid
3	Valid
4	Sangat Valid

2. *Pretest dan Posttest*

Pretest dan *Posttest* digunakan untuk mengukur sejauh mana e-modul berpengaruh dalam pembelajaran matematika, baik sebelum maupun setelah tindakan dilakukan. Bentuk *pretest* dan *posttest* terdiri dari uraian yang dirancang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dalam tes ini, terdapat lima soal yang berkaitan dengan materi kelas XI. Soal-soal dalam penelitian ini akan dinilai oleh dua validator untuk menguji validitas instrumen *pretest* dan *posttest* pedoman penskoran instrumen *pretest* dan *posttest* pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3. 5 Pedoman Penskoran *Pretest* dan *Posttest*

Indikator soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	Nomor soal	soal	Kunci Jawaban dan pedoman penskoran
Siswa dapat menentukan sudut atau panjang rusuk yang lain dari suatu bangun dengan perbandingan Trigonometri	1	Sebuah bangun memiliki bentuk seperti gambar berikut :  Jika antara rusuk e dan d yang saling bertemu membentuk sebuah sudut yang disimbolkan θ dan diketahui $\cos \theta = \frac{2}{3}$ maka panjang rusuk e adalah	$\cos \theta = \frac{2}{3} = \frac{\text{samping}}{\text{miring}}$ Sehingga depan = $\sqrt{\text{miring}^2 - \text{samping}^2} = \sqrt{3^2 - 2^2} = \sqrt{9 - 4} = \sqrt{5}$ (20 Poin)
Siswa dapat menentukan sudut-sudut dari satuan derajat istimewa di IV kuadran	2	Dari soal nomer 1 jika $\cos \theta = \frac{2}{3}$ maka $\sin^2 \theta$ akan ekuivalen dengan persamaan?	$c^2 = a^2 - b^2$ $e^2 = f^2 + g^2$ $\sin^2 \theta = \frac{c^2}{e^2} = \frac{a^2 - b^2}{f^2 + g^2}$ (20 Poin)
Siswa dapat menentukan sudut-sudut dari satuan derajat istimewa di IV kuadran	3	Jika dimisalkan sudut $\theta = 70^\circ$ dimana $\sin 70^\circ = p$ sedangkan $\cos 70^\circ = q$. Maka nilai $\cos 110^\circ \times \cot 160^\circ + \sin 200^\circ$ ekuivalen dengan	$\cos 110^\circ = \cos(180^\circ - 70^\circ) = -\cos 70^\circ = -q$ $\sin 200^\circ = \sin(180^\circ + 20^\circ) = \sin 20^\circ = \sin(90^\circ - 70^\circ) = \cos 70^\circ = q$ $\cot 160^\circ = -\cot(180^\circ - 160^\circ) = -\cot 20^\circ = -\tan 70^\circ = \frac{p}{q}$

Siswa dapat membuktikan suatu identitas Trigonometri dengan benar	Periksa apakah pernyataan identitas trigonometri berikut $\sin^2 \theta = \frac{\sec^2 \theta - 1}{\sec^2 \theta}$ bernilai benar? Coba buktikan !	$\cos 110^\circ \times \cot 160^\circ +$ $\sin 200^\circ = -q \times \frac{p}{q} + q =$ $-p + q = p - q$ (20 poin) $\sin^2 \theta = \frac{\sec^2 \theta - 1}{\sec^2 \theta}$ ingat bahwa $1 + \tan^2 \theta = \sec^2 \theta$ sehingga $\tan^2 \theta = \sec^2 \theta - 1$ ingat $\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$ dan $\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta}$ sehingga substitusikan $\frac{\sec^2 \theta - 1}{\sec^2 \theta} = \frac{\tan^2 \theta}{\sec^2 \theta} = \frac{\frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta}}{\frac{1}{\cos^2 \theta}} =$ $\frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} \times \frac{\cos^2 \theta}{1} = \sin^2 \theta$
4		
Siswa mampu mencari fungsi trigonometri dari suatu grafik Trigonometri	grafik fungsi trigonometri digambarkan sebagai berikut, Carilah persamaan dari grafik fungsi trigonometri tersebut....	$\text{nilai max} = \frac{1}{2}$ $A = \frac{1}{2}$ $P = \frac{2\pi}{\pi} = 2$ Karena grafik mulai dari titik puncak saat $x=0$ maka termasuk fungsi cosinus Jadi persamaannya $y = \frac{1}{2} \cos 2x$
5		
Total Nilai Pretest atau Posttest		100

3. Angket Respon

Tujuan dari angket respon adalah untuk menilai seberapa praktis e-modul tersebut. Angket ini disusun berdasarkan berbagai kriteria, termasuk

penilaian terhadap tampilan, isi, dan penggunaan e-modul. Kisi-kisi angket respon siswa dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3. 6 Pedoman Penilaian Angket Respon Siswa

No	Aspek yang dinilai	Indikator angket respon	Nomor soal
1	Tampilah e-modul	a. Kemenarikan e-modul	1
		b. Kejelasan teks	3
		c. Kejelasan Project	3
2	Isi e-modul	d. Kejelasan materi dan soal	2,7
		e. Kesesuaian materi dengan Project	4
3	Pengunaan e-modul	f. Kemudahan sebagai media pembelajaran	6,8
		g. Kemenarikan penggunaan	10
		h. Kegiatan membuat lebih aktif dalam pembelajaran	5

4. *Smartphone*

Smartphone dimanfaatkan untuk foto dan mendokumentasikan proses uji coba.

G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang dilakukan peneliti untuk memperoleh data yang diperlukan dalam proses pengembangan dan pengujian e-modul berbasis *project based learning*. Data yang dikumpulkan meliputi data mengenai validitas, praktikalitas, dan efektivitas e-modul. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada guru mata pelajaran matematika dan beberapa siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan.

Wawancara bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, kendala dalam penggunaan bahan ajar yang selama ini digunakan, serta masukan terhadap pengembangan e-modul berbasis *project based learning*.

2. Angket (Kuesioner)

Angket digunakan untuk mengumpulkan data mengenai validitas dan praktikalitas e-modul.

a. Angket Validasi Ahli

Angket validasi diberikan kepada ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa untuk menilai kelayakan e-modul berdasarkan aspek isi, penyajian, kebahasaan, kegrafikan, serta kesesuaian dengan karakteristik *project based learning*. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk merevisi dan menyempurnakan produk sebelum diujicobakan kepada siswa.

b. Angket Respon Guru dan Siswa

Angket respon diberikan kepada guru dan siswa setelah penggunaan e-modul dalam pembelajaran. Angket ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan e-modul yang meliputi kemudahan penggunaan, tampilan, penyajian materi, kebermanfaatan, serta kemudahan dalam mendukung proses pembelajaran matematika.

3. Tes

Tes digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan e-modul berbasis *project based learning* terhadap hasil belajar matematika siswa. Bentuk tes yang digunakan adalah *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan sebelum pembelajaran menggunakan e-modul untuk mengetahui kemampuan awal siswa,

sedangkan *posttest* diberikan setelah pembelajaran selesai untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa. Hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji *n-gain* untuk mengetahui besarnya peningkatan hasil belajar. Selain itu, efektivitas e-modul juga ditinjau berdasarkan ketuntasan belajar klasikal sesuai dengan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang berlaku di sekolah.

4. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk melengkapi data penelitian berupa profil sekolah, perangkat pembelajaran, daftar nama siswa, foto kegiatan pembelajaran, hasil pekerjaan proyek siswa, lembar validasi, lembar observasi, hasil angket, nilai *pretest* dan *posttest*, serta dokumen lain yang mendukung pelaksanaan penelitian. Data dokumentasi digunakan sebagai bukti pelaksanaan penelitian dan memperkuat hasil analisis yang diperoleh.

H. Analisis Data

Pada tahap ini, proses pengolahan angket sebanding dengan proses yang dilakukan oleh para ahli. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menggunakan metode statistik untuk menghitung persentase skor angket dan mengevaluasi validitas e-modul digunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\% \text{ dan } NA = \frac{\sum P}{n}$$

Keterangan:

P : Persentase

$\sum X$: Banyak jawaban tiap responden dari tiap butir pertanyaan/pernyataan

N : Total skor jawaban maksimal

NA : Nilai akhir

n' : Banyak butir pertanyaan/pernyataan

$\sum P'$: Jumlah persentase skor

Selanjutnya, skor presentasi diubah menjadi data verbal deskriptif.

Kriteria validitas yang diadaptasi (Maharani dkk., 2019). Kriteria kevalidan produk dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3. 7 Kriteria Kevalidan Produk

Presentase skor	Kriteria Kevalidan	Kualifikasi Produk
$85\% < NA \leq 100\%$	Sangat Valid	Produk siap digunakan tanpa revisi
$70\% < NA \leq 85\%$	Valid	Produk siap digunakan dengan revisi ringan
$55\% < NA \leq 70\%$	Cukup valid	Produk bisa digunakan dengan revisi sedang
$40\% < NA \leq 55\%$	kurang valid	Produk masih perlu direvisi.menyeluruh
$0\% < NA \leq 40\%$	Tidak valid	Produk gagal

Data kualitatif, yang berupa saran dan komentar pada angket penilaian dari ahli, digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi e-modul hingga mencapai validitas.

Angket tidak hanya digunakan untuk mencari validitas saja angket juga digunakan dalam mengukur kepraktisan e-modul. Meski menggunakan skala Likert tapi juga mengguakan kriteria kepraktisan produk seperti pada Tabel 3.8 berikut:

Tabel 3. 8 Kriteria Kepraktisan Produk

Prosentase Produk	Kualifikasi produk
81%-100%	Sangat Praktis
61%-80%	Praktis
41%-60%	Cukup Praktis
20%-40%	Tidak Praktis

Untuk menilai peningkatan efektivitas pembelajaran matematika, data diambil dari hasil *pretest* dan *posttest*, dengan penskoran berdasarkan pencapaian indikator pemahaman konsep (Creswell & Creswell, 2017). Untuk mengetahui efektivitas e-modul dalam Pembelajaran matematika siswa, data *pretest* dan *posttest* di uji n-gain (*normalized gain*). Uji n-gain diterapkan khusus untuk menentukan apakah pembelajaran matematika berdampak signifikan atau tidak. Untuk mengevaluasi besar dan kriteria pembelajaran matematika siswa, rumus uji n-gain dapat dilihat sebagai berikut.

$$N - gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{m\ ideal} - S_{pre}}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = skor rata-rata N-gain

S_{post} = skor rata-rata tes akhir siswa

S_{pre} = skor rata-rata tes awal siswa

S_{m_ideal} = skor maksimum ideal

Hasil skor rata-rata n-gain diklasifikasikan sesuai dengan kriteria n-gain (Hake, 1999). yang dijelaskan dalam Tabel 3.9 berikut:

Tabel 3. 9 Interpretasi Skor Rata-Rata N-Gain

Skor rata-rata N-gain	Kriteria N-gain
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan metode statistik untuk menghitung dan menentukan persentase skor angket, untuk mengetahui validitas e-modul.

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN

A. Proses Pengembangan

Dalam Proses Pengembangan e-modul berbasis *Project Based Learning* untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap *analysis*, tahap *design*, tahap *development*, tahap *implementation*, dan tahap *evaluation*. Produk yang dihasilkan berupa e-modul dengan model pembelajaran *project based learning* materi yang digunakan adalah fungsi trigonometri. Implementasi e-modul dilakukan di MAN Kota Pasuruan di Kelas XI-C yang berjumlah 30 anak tapi karena banyaknya ekstra dan lomba yang diikuti maka yang berhasil ikut penelitian hanya sejumlah 25 siswa yang terbagi dalam 5 Kelompok. Berikut proses pengembangan produk yang dilakukan:

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada Tahap Analisis peneliti menganalisis MAN Kota Pasuruan sudah melakukan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *project based learning* terutama pada pembelajaran matematika. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis kebutuhan siswa dan guru. Analisis kebutuhan siswa dan guru tersebut dilakukan dijabarkan sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan Guru

Analisis kebutuhan guru ini dilakukan kepada 3 orang guru yang mengajar mata pelajaran matematika di MAN Kota Pasuruan. Ketiga guru tersebut bernama Hikmatul Azizah dan Auliyah Rizky yang masing-masing sudah pernah mengajar 7 dan 8 tahun di MAN Kota Pasuruan karena itulah beliau berdua termasuk guru senior. Sedangkan Febiola Nusantara yang baru mengajar

selama 4 bulan di MAN Kota Pasuruan, beliau termasuk guru junior.

Dari pertanyaan “apakah selama ini bapak/Ibu menggunakan model Pembelajaran *project based learning*?” 2 guru senior menjawab iya dan 1 guru menjawab belum pernah menggunakan.

Untuk pertanyaan “menurut bapak/ibu bagaimana efektivitas pelaksanaan pembelajaran *project based learning* di MAN Kota Pasuruan?” 2 guru senior menjawab belum efektif dan belum optimal tetapi 1 guru junior yang belum menggunakan pembelajaran *project based learning* menjawab jika digunakan mungkin akan sangat efektif.

Untuk Pertanyaan “apa saja kendala yang sering dihadapi saat pembelajaran *project based learning*?” ketiga guru sepakat menjawab keterbatasan waktu, perbedaan kemampuan siswa, dan kurangnya sumber daya atau media pendukung seperti modul.

Untuk pertanyaan “apakah bapak/ibu sudah pernah menggunakan media digital seperti e-modul saat melakukan pembelajaran *project based learning*?” 2 guru senior menjawab pernah menggunakan media digital tapi bukan e-modul tapi lebih ke penugasan mandiri seperti LKPD atau LKS .1 guru junior menjawab pernah menggunakan media digital tapi hanya sebatas *power point* dan game seperti *quiziz*.

Untuk pertanyaan “apakah harapan bapak/ibu terhadap pengembangan e-modul *project based learning*?” ketiga guru kompak menjawab siswa lebih memahami materi serta meningkatkan keterlibatan dan kemandirian siswa.

Dari hasil angket tersebut diperoleh kesimpulan bahwa efektivitas pembelajaran terutama pembelajaran matematika dengan model pembelajaran

project based learning belum efektif karena ada beberapa kendala salah satunya media pembelajaran atau modul. Selama ini para guru matematika hanya menggunakan penugasan mandiri seperti e-LKPD, *power point*, dan *quizziz*.

b. Analisis Kebutuhan Siswa

Analisis kebutuhan siswa dilakukan kepada 10 siswa dari kelas XI-B sampai kelas XI-H, ke 10 anak tersebut: Dwi Keysa (XI-B), Putri Sekar Ayu, Wanda Ayu, dan Muhammad Faris (XI-C), Mirahjati dan Haya (XI-D), Shabrina Zahroh (XI-E), Eiyadatul Khoir (XI-F), Safieratul Amanah (XI-G) dan Ibrahim Putratama (XI-H).

Pertanyaan pertama “apakah di sekolahmu sudah menggunakan model pembelajaran *project based learning*?” 8 siswa menjawab iya sedangkan ada 2 siswa yang menjawab tidak dan kadang-kadang. Saat mereka diberi pertanyaan lanjutan “apa saja tahapan model pembelajaran *project based learning*?” 3 siswa menjawab tidak mengetahui tahapan *project based learning*, 3 siswa menjawab “iya”, tapi tidak bisa menyebutkan tahapannya sedangkan 4 siswa baru bisa menyebutkan apa saja tahapan dari *project based learning*.

Saat pertanyaan “apa saja kendala saat melakukan *project based learning*?” 2 siswa menjawab sumber daya. 3 siswa menjawab bekerja dalam kelompok, dan 3 siswa menjawab keterbatasan waktu dan 4 siswa menjawab kesulitan menentukan ide proyek dikarenakan tidak adanya modul.

Saat diberi pertanyaan “apakah pembelajaran *project based learning* menyenangkan?” 5 anak menjawab menyenangkan, sedangkan 5 anak yang lain menjawab menyenangkan jika dilakukan dengan benar (ada modul).

“Apakah setuju jika dibuat e-modul dengan tahapan *Project based*

learning?” 8 siswa menjawab setuju, sedangkan 2 siswa tidak setuju karena takut lebih sulit di mengerti tiap konsep yang dipelajari.

Dari hasil wawancara dapat di ambil kesimpulan bahwa pembelajaran terutama pembelajaran matematika dengan menggunakan model *project based learning* sudah dilakukan di MAN Kota Pasuruan tapi belum efektif. Hal ini bisa dilihat dari ada 7 siswa yang belum mengetahui tahapan dari *project based learning*. Menurut siswa salah satu kendala yaitu keterbatasan media (modul). Oleh karena itu siswa setuju jika dibuatkan e-modul pembelajaran *project based learning* terutama dalam pembelajaran matematika.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

a. Halaman Judul (cover/sampul)

Halaman judul (sampul) merupakan bagian awal dari e-modul yang berfungsi sebagai identitas produk. Sampul dirancang untuk memuat judul modul, jenjang kelas, nama penyusun, dan identitas institusi. Penyajian informasi dibuat ringkas dan jelas agar mudah dikenali oleh pengguna.

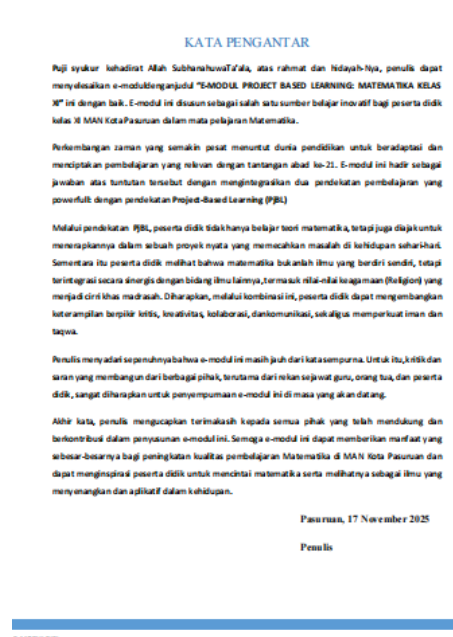
Template yang digunakan adalah template e-book pada aplikasi Canva. Dengan jenis huruf *glacial indifference*. Jenis huruf dipilih karena memiliki garis-garis tajam, bersih, dan memiliki proporsi yang seimbang, sehingga memberikan kesan yang profesional dan estetik. Selain itu juga, membuat tulisan mudah dibaca dan mudah dipahami sehingga membangun kesan positif yaitu e-modul mudah digunakan. Tampilan sampul dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tampilan Halaman Judul e-Modul

b. Halaman Kata Pengantar

Bagian ini memiliki jenis huruf *calibri* dengan ukuran huruf 12 dan batas atas, bawah, tepi kanan, dan tepi kiri masing-masing 3 mm. Pada bagian ini menekankan pentingnya pembelajaran matematika dengan model pembelajaran *project based learning* pada materi fungsi trigonometri, serta menegaskan e-modul sebagai bahan ajar yang inovatif dan kontekstual. Tampilan halaman kata pengantar disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Tampilan Halaman Kata Pengantar

c. Halaman Daftar Isi

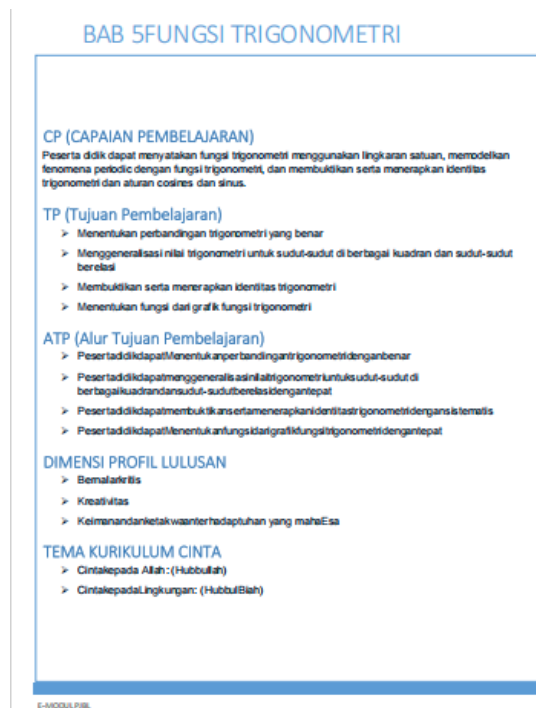
Halaman ini berfungsi sebagai pemberi gambaran umum kepada pengguna materi apa saja yang dipelajari dimana isi e-modul dituliskan hanya materi-materi pokoknya saja beserta keterangan halamannya. Adapun halaman daftar isi ditampilkan pada Gambar 4.3.

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
CP (CAPAIAN PEMBELAJARAN)	4
TP (Tujuan Pembelajaran)	4
ATP (Alur Tujuan Pembelajaran)	4
DIMENSI PROFIL LULUSAN	4
TEMA KURIKULUM CINTA	4
Peta Konsep	5
QUESTION	5
PERBANDINGAN TRIGONOMETRI	6
SUDUT BEREKSI	8
IDENTITAS TRIGONOMETRI	11
Grafik Fungsi Trigonometri	14
MENG GAMBAR GELOMBANG DENGAN GEOGEBRA	19
Evaluasi	21
GLOSARIUM	2
DAFTAR PUSTAKA	3
RUNDI JAWABAN	4

Gambar 4. 3 Tampilan Halaman Daftar Isi

d. Halaman Identitas

Pada halaman identitas e-modul memuat materi pokok, Capaian Pembelajaran, Tujuan Pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran, Dimensi Profil lulusan, dan tema pada kurikulum cinta. Hal ini dilakukan karena modul ini menggunakan kurikulum cinta untuk mata pelajaran matematika kelas XI. Halaman identitas e-modul ditampilkan Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Identitas e-Modul

e. Halaman Peta Konsep

Halaman ini merupakan halaman yang merepresentasikan dan menghubungkan informasi, ide atau konsep-konsep materi yang dibuat secara hierarkis. Halaman ini digunakan untuk membantu memvisualisasikan hubungan antar konsep, memudahkan pemahaman informasi yang kompleks, dan meningkatkan proses pembelajaran yang bermakna. Halaman peta konsep ditampilkan dalam Gambar 4.5.

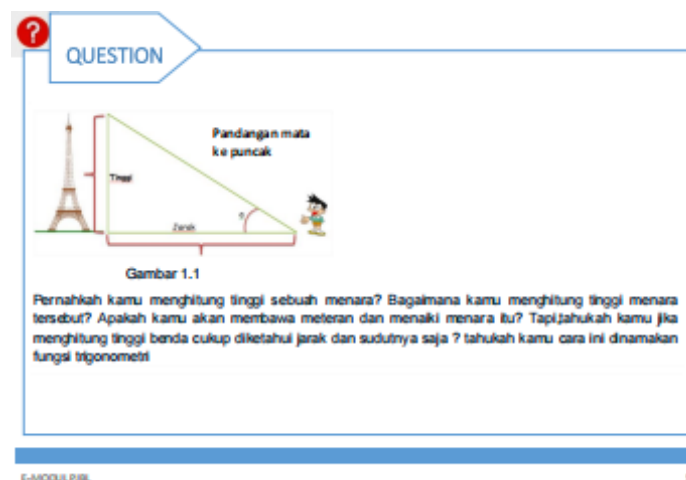


Gambar 4. 5 Tampilan Halaman Peta Konsep

f. Halaman Kegiatan Inti

Halaman ini merupakan bagian terpenting pada e-modul yang memuat seluruh aktivitas pembelajaran siswa secara sistematis dan terstruktur. Pada bagian ini, seluruh proses pembelajaran direncanakan berdasarkan alur model pembelajaran *project based learning*. Di antaranya: pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, hingga pelaporan dan presentasi hasil. Tapi dalam halaman ini juga memuat point penting isi dari kegiatannya yaitu memuat pembelajaran 1 sampai 4.

Setiap kegiatan inti diawali dengan pertanyaan mendasar yang berisi permasalahan kontekstual yang berhubungan dengan materi fungsi trigonometri. Pertanyaan mendasar disajikan dalam Gambar 4.6.



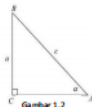
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Pertanyaan Mendasar

Kegiatan pembelajaran 1 memuat sub materi perbandingan trigonometri. Sub-materi tersebut dipilih karena termasuk konsep awal dan konsep yang paling mudah dari materi fungsi trigonometri. Hal ini dikarenakan uraian materi fungsi trigonometri dalam modul disusun secara berjenjang dan logis. Setiap sub materi juga disajikan contoh dan latihan soal untuk menguatkan pemahaman konsep. Tampilan halaman pembelajaran 1 disajikan pada Gambar 4.7.

A PERBANDINGAN TRIGONOMETRI

Perbandingan Trigonometri digunakan untuk menghitung panjang sisi atau besar sudut yang tidak diketahui dalam segitiga dan memiliki aplikasi luas dalam fisika, teknik, geometri, dan kalkulus. Perbandingan Trigonometri terdiri dari sinus (sin), cosinus (cos), tangen (tan), cotangen (cot), secan (sec), dan cosecant (cosec). Sinus (sin) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Cosinus (cos) merupakan perbandingan antara sisi samping sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Tangen (tan) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi samping sudut dalam segitiga siku-siku. Sedangkan secara terbalik, cosecant (cosec), secan (sec), dan Cotangen (cot), merupakan kebalikan dari sinus, cosinus, dan tangen.

Agar lebih mengerti kita perhatikan Gambar 1.1. Dimana Gambar 1.1 merupakan interpretasi dari segitiga siku-siku. Terdapat beberapa komponen dalam Gambar 1.1 diantaranya jarak, tinggi dan Pandangan mata ke puncak. Jika kita misalkan tinggi menara merupakan sisi depan a , jarak merupakan sisi samping b dan pandangan mata sisi miring c . Selanjutnya perhatikan Gambar 1.2 yang berisi rumus-rumus Perbandingan Trigonometri



Gambar 1.2

$\sin \alpha = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi miring}} = \frac{a}{c}$ $\cos \alpha = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi miring}} = \frac{b}{c}$ $\tan \alpha = \frac{\text{sisi depan}}{\text{sisi samping}} = \frac{a}{b}$	$\csc \alpha = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi depan}} = \frac{c}{a}$ $\sec \alpha = \frac{\text{sisi miring}}{\text{sisi samping}} = \frac{c}{b}$ $\cot \alpha = \frac{\text{sisi samping}}{\text{sisi depan}} = \frac{b}{a}$
---	---

Agar lebih mengerti yuk kita perhatikan Example 1 yang berisi tentang cara menghitung tinggi Menara Eiffel dari interpretasi Gambar 1.1 dengan menggunakan Rumus Perbandingan Trigonometri

EXAMPLE 1

Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui jarak antara pengamat dengan menara Eiffel adalah $330\sqrt{3}$ meter jika pengamat mengamati dengan klinometer dengan sudut 30° maka tinggi Menara Eiffel adalah

Diketahui : Jarak pengamat dengan Menara Eiffel (sisi samping) $= 330\sqrt{3}$
Sudut di klinometer (Sudut elevasi α) $= 30^\circ$

Ditanya : Tinggi Menara Eiffel (sisi depan) ?

Jawab:

Untuk mencari tinggi kita membutuhkan salah satu perbandingan trigonometri yaitu Tan α . Dikarenakan tan α memiliki komponen yang dibutuhkan yaitu:

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

$$\tan 30^\circ = \frac{a}{330\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{a}{330\sqrt{3}}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 330\sqrt{3}$$

$$a = 110 \times 3$$

$$a = 330 \text{ meter}$$

Setelah melihat example 1 untuk lebih memahami tentang perbandingan fungsi trigonometri yuk kita lihat video dibawah ini atau klik link berikut



<https://www.youtube.com/watch?v=V6d9V5uqg>

Setelah memahami example 1 dan melihat video pembelajaran ayo kita lanjutkan mengerjakan Practice 1 di bawah ini

PRACTICE 1

Setelah menyimak Example 1 yuk kita cari tinggi menara eiffel jika jarak pengamat tetap $330\sqrt{3}$ tetapi sudutnya berubah menjadi 45° dan 60° . Apakah tinggi menara eiffel akan tetap sama? Agar lebih mengerti ayo kita kerjakan lembar kerja dengan scan Qris di bawah ini.



<https://forms.gle/41pnaqjB8mBau7AFA>

Jika belum mendapat nilai KKM (75). Silahkan diulang pengerjaannya

Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Pembelajaran 1

Kegiatan pembelajaran 2 berisi sub materi sudut berelasi materi ini merupakan materi lanjutan dari materi perbandingan trigonometri. Seperti halnya kegiatan belajar 1 pada kegiatan belajar 2 juga berisi penjabaran konsep, contoh soal, video pembelajaran, dan latihan soal untuk menguatkan pemahaman konsep. Tampilan halaman pembelajaran 2 disajikan pada Gambar 4.8.

B SUDUT BERELASI

Sudut berelasi adalah sudut-sudut dalam fungsi trigonometri yang dibagi berdasarkan sumbu dan y pada bidang Kartesius di dalam empat kuadran. Dimana setiap kuadran memiliki rentangan sudut dan tanda fungsi trigonometri yang berbeda. Rentangan sudut pada setiap kuadran dapat di perhatikan dalam gambar 2.1 berikut:

Gambar 2.1 menunjukkan pembagian sudut dalam sistem koordinat kartesius ke dalam 4 kuadran berdasarkan besar sudut α . Kuadran 1 terletak di kanan atas dengan besar sudut antara $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ atau $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ oleh karena itu untuk mencari sudut berelasi yang sudutnya ada di kuadran 1 menggunakan $(90^\circ - \alpha)$. Untuk mengetahui nilai $\sin, \cos$ dan $\tan$ kita lihat gambar berikut :

Menurut gambar x dan y terletak di sisi positif maka r juga sudah pasti positif oleh karena itu di kuadran 1 nilai dari $\sin, \cos, \tan$ sudah pasti positif

Setelah mengetahui hal-hal diatas ayo kita perhatikan *example 2* agar lebih mengerti bagaimana cara mengerjakan sudut berelasi

Example 2

Sudut 60° berada dengan sudut berapa?
 Analisis kita cari dulu Sudut 60° ada di kuadran berapa? Dan ternyata ada di kuadran 1 setelah itu kita masukkan ke dalam rumus Sudut $60^\circ = \sin(90^\circ - 60^\circ) = \cos 30^\circ = \frac{1}{2}$ maka buktikan 7 yuk perhatikan gambar dibawah ini

Das gambar di samping dapat dilihat bahwasanya sudut α yaitu sudut 60° . Saat dicari sudut relasinya maka harus mengurang sudut diagram kartesius yang 90° dengan sudut α dimana hasilnya sudutnya menjadi 30° . Karena sisi depan sudut relasi atau sudut 30° ukurannya sama dengan sisi samping sudut 60° begitu pula sisi depan sudut 60° ternyata ukurannya sama dengan sisi samping sudut 30° , maka dari itu saat ditanya sudut relasi dari $\sin 60^\circ$ pasti jawabannya $\cos 30^\circ$. Karena ukuran sisi samping dan depannya saling berlawanan. Saat ditanya sudut relasi dari $\cos 60^\circ$ pasti jawabannya $\sin 30^\circ$ dan saat ditanya sudut berelasi lain 60° jawabannya pasti $\cos 30^\circ$ karena lawan dari $\tan$ adalah $\cot$ (lihat rumus perbandingan trigonometri diatas)

Ada banyak sudut-sudut di kuadran lain yang bisa kamu pelajari. Di setiap kuadran memiliki kebidayaan masing-masing ada yang awalnya dat sin berubah menjadi cos ada yang tetap. Ada yang awalnya positif bisa menjadi negatif karena ya hal itu bisa terjadi? Yuk kita lihat video di bawah ini agar lebih mengerti!

Video pembelajaran

<https://www.youtube.com/watch?v=02-m0U147-jm> <https://www.youtube.com/watch?v=27514k-m51k>

Setelah melihat *example 2* dan video pembelajaran diatas maka bisa dirumuskan rumus-rumus sudut berelasi dari keempat kuadran dengan table dibawah ini:

Kuadran I	Kuadran II	Kuadran III	Kuadran IV
$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(90^\circ - \theta) = \cot \theta$	$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$ $\tan(90^\circ + \theta) = -\cot \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$	$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(270^\circ - \theta) = -\cot \theta$
$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$ $\tan(90^\circ + \theta) = -\cot \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$	$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(270^\circ - \theta) = -\cot \theta$	$\sin(360^\circ - \theta) = -\sin \theta$ $\cos(360^\circ - \theta) = \cos \theta$ $\tan(360^\circ - \theta) = -\tan \theta$

Setelah melihat video diatas kalian bisa mengerjakan *Practice 2* dibawah ini dengan menscan barcode yang ada atau mengklik link dibawah barcodenya yal

Practice 2

Sudah mengerti bukan sudut berelasi itu apa? Sudah tau juga setiap rumus di dalamnya? Nah sekarang kita mengerjakan game di bawah ini ya? Caranya dengan menscan barcode atau klik linknya. Game akan berisi sudut-sudut yang harus kalian cari sudut berelasinya. Atau ada juga yang dicari nilai dari sudut-sudut berelasinya. Setiap soal memiliki nilai 10 ada 10 soal jadi nilai terlingginya 100. Jika kamu mendapat score dibawah 80 itu artinya dibawah KKM jadi silahkan kejakan kembali gamenya maksimal 3 kali pengulangan. Jangan sampai lebih ya! Karena kejujuranmu juga dinilai karena masuk kita pada alih (hubbullah jukur)

<https://www.gimili.com/join?code=78359> (token : 78359)

Gambar 4. 8 Tampilan Halaman Pembelajaran 2

Kegiatan belajar 3 berisi sub materi identitas trigonometri. Sub materi identitas trigonometri adalah materi paling kompleks dari sub materi yang lain. Tapi hampir sama dengan sub materi yang lain, sub materi 3 juga berisi penjabaran konsep, contoh soal, video pembelajaran, dan latihan soal untuk menguatkan pemahaman konsep. Tampilan halaman pembelajaran 3 disajikan pada Gambar 4.9.

C IDENTITAS TRIGONOMETRI

Identitas Trigonometri adalah Persamaan yang melibatkan fungsi trigonometri (sinus, cosinus, tangen, dll) dan berlaku untuk semua nilai sudut yang memenuhi persamaan tersebut. Identitas ini penting untuk menyederhanakan ekspresi, menyelesaikan persamaan, dan membuktikan hubungan dalam trigonometri. Ada beberapa hubungan dalam Trigonometri yang telah diulas dalam perbandingan Trigonometri di antaranya :

$\sin \alpha = \frac{\text{dud. depan}}{\text{dud. miring}} = \frac{a}{c}$ $\cos \alpha = \frac{\text{dud. samping}}{\text{dud. miring}} = \frac{b}{c}$
 $\tan \alpha = \frac{\text{dud. depan}}{\text{dud. samping}} = \frac{a}{b}$ $\cot \alpha = \frac{\text{dud. samping}}{\text{dud. depan}} = \frac{b}{a}$
 $\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{c}{b}$ $\csc \alpha = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{c}{a}$

Jika cotangen $\alpha = \frac{\text{dud. samping}}{\text{dud. depan}} = \frac{b}{a} = \frac{1}{\tan \alpha}$ maka $\tan \alpha = \frac{1}{\cot \alpha}$ dan rumus- rumus diatas dapat kita ubah menjadi hubungan lain. Kita ambil

$\sin \alpha = \frac{\text{dud. depan}}{\text{dud. miring}} = \frac{a}{c}$ maka $\sin^2 \alpha = \left(\frac{\text{dud. depan}}{\text{dud. miring}} \right)^2 = \frac{a^2}{c^2}$
 $\cos \alpha = \frac{\text{dud. samping}}{\text{dud. miring}} = \frac{b}{c}$ maka $\cos^2 \alpha = \left(\frac{\text{dud. samping}}{\text{dud. miring}} \right)^2 = \frac{b^2}{c^2}$

Maka jika kita jumlahkan $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{a^2}{c^2} + \frac{b^2}{c^2} = \frac{a^2 + b^2}{c^2}$

Dalam teorema Pythagoras $a^2 + b^2 = c^2$ jadi

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{a^2 + b^2}{c^2} = \frac{c^2}{c^2} = 1$

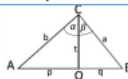
Jadi lah satu rumus identitas trigonometri yaitu $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

dan rumus $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ bisa dikembangkan menjadi rumus yang lain dengan cara :

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ bagi kedua ruas dengan $\cos^2 \alpha$
 $\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$ karena $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$ dan $\frac{1}{\cos \alpha} = \sec \alpha$ maka $\tan^2 \alpha + 1 = \sec^2 \alpha$

Untuk lebih memahami identitas trigonometri kita simak Example-3 dibawah ini yuk salah satu pembuktian dari identitas trigonometri dan rumus- rumus dasar yang ditulis diatas

Example -3



Buktikan $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha$ dengan bantuan gambar diatas

Dari gambar diatas diketahui hal-hal sebagai berikut

$\sin \alpha = \frac{p}{b}$ $\sin \beta = \frac{h}{c}$ $\cos \alpha = \frac{q}{b}$ $\cos \beta = \frac{h}{c}$

$p = b \sin \alpha$ $q = b \cos \alpha$ $h = c \sin \beta$ $h = c \cos \beta$

Inget lagi rumus mencari luas segitiga

$LAABC = LAADC + LABOC$

$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times p \times h + \frac{1}{2} \times q \times h$ x substitusikan hal-hal yang diketahui ke rumus

$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times b \sin \alpha \times c \cos \beta + \frac{1}{2} \times b \cos \alpha \times c \sin \beta$
 $\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times ab \times \sin \alpha \cos \beta + \frac{1}{2} \times ab \times \sin \beta \cos \alpha$
 $\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times ab \times \sin \alpha \cos \beta + \frac{1}{2} \times ab \times \sin \beta \cos \alpha$

Setelah dilihat example-3 yuk kita lihat Video Pembelajaran dibawah ini agar lebih memahami identitas trigonometri :

Video pembelajaran




<https://www.youtube.com/watch?v=7h7SC7xP3u> <https://www.youtube.com/watch?v=4A8A8R03k30>

Setelah menyimak video pembelajaran dan example-3 Rumus- rumus identitas trigonometri yang lain dapat di tuliskan rumus- rumus dibawah ini. Yuk kita cermati rumus- rumus identitas trigonometri berikut :

Rumus Identitas Trigonometri

$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ $\tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$	$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$ $\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$ $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$ $\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$ $\tan(\alpha + \beta) = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos(\alpha + \beta)}$ $\tan(\alpha - \beta) = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha - \beta)}$
$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ $\tan^2 \alpha + 1 = \sec^2 \alpha$ $\sec^2 \alpha = 1 + \tan^2 \alpha$	Rumus Pertalian Sinus dan Cosinus $2 \sin \alpha \cos \beta = \sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)$ $2 \cos \alpha \sin \beta = \sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)$ $2 \cos \alpha \cos \beta = \cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$ $-2 \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta)$

Setelah mencermati rumus- rumus diatas agar kita lebih menguasai identitas trigonometri tersebut jangan lupa scan barcode kerjakan *Practice 3* dibawah ini dengan seksama

Practice 3



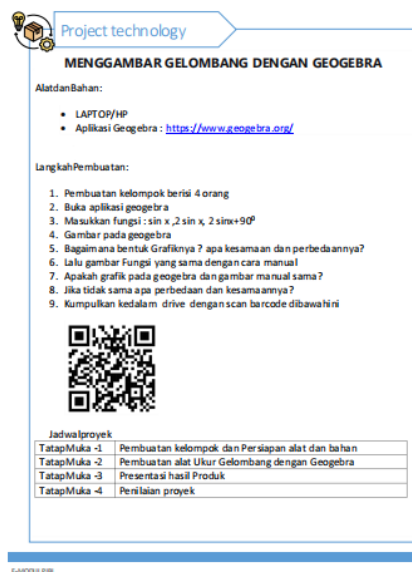
Peraturan mengerjakan :

1. Kerjakan secara individu
2. Lengkapi identitas Trigonometri yang masih kosong
3. Cari tau atau teliti dulu sebelum mengisi bagian yang kosong
4. Raih nilai sebanyak-banyaknya

Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Pembelajaran 3

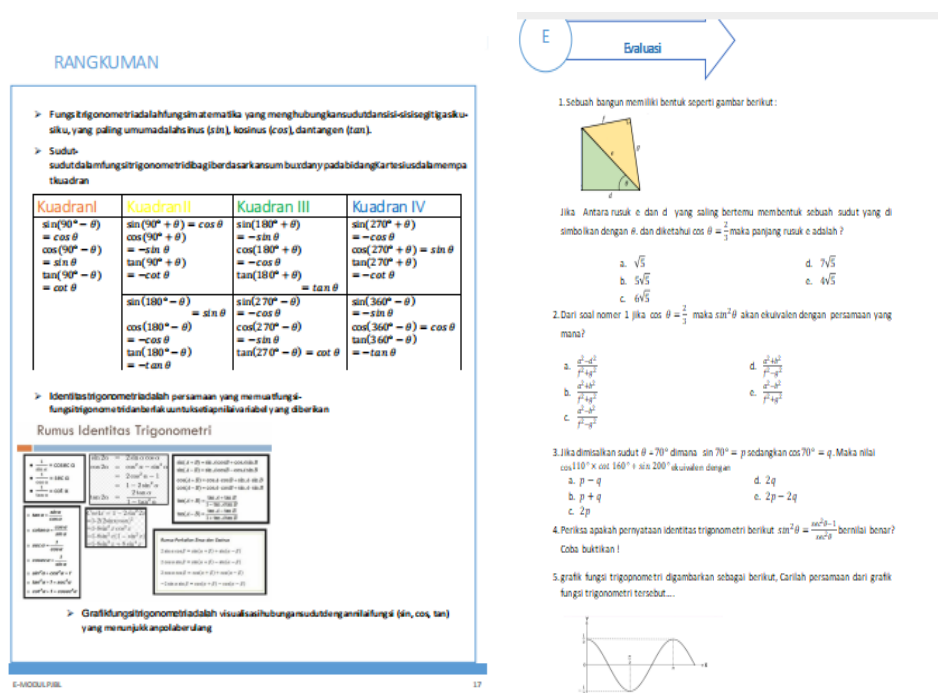
Kegiatan Pembelajaran 4 berbeda dengan pembelajaran 1, 2, dan 3.

Karena selain berisi penjabaran konsep, contoh soal, dan video pembelajaran juga berisi lembar kerja proyek. Pada kegiatan pembelajaran 4 ini dimulailah pembelajaran berbasis proyek. Tampilan halaman proyek ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Tampilan Halaman Proyek

Setelah halaman projek kegiatan inti diakhiri oleh halaman rangkuman dan halaman evaluasi. Halaman rangkuman berisi konsep sederhana dari konsep-konsep yang telah diajarkan. Sedangkan halaman evaluasi berupa soal latihan yang nantinya digunakan sebagai *pretest* dan *posttest*. Tampilan halaman rangkuman dan evaluasi ditampilkan dalam Gambar 4.11.

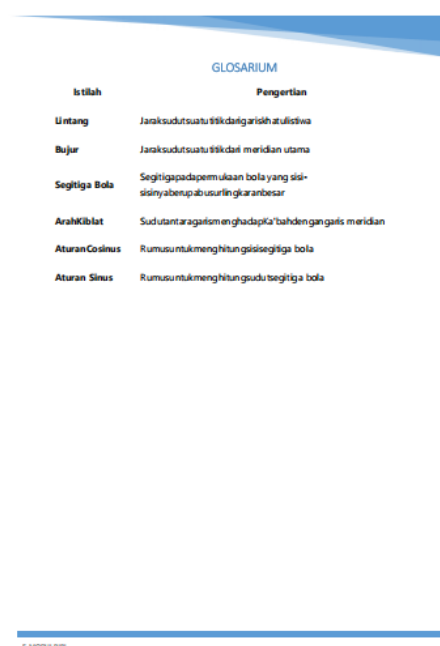


Gambar 4. 11 Tampilan Halaman Rangkuman dan Evaluasi

Halaman evaluasi juga digunakan untuk assessment formatif yang bertujuan menilai hasil akhir pembelajaran proyek, baik dari segi pemahaman konsep maupun penerapannya selama kegiatan berlangsung. Asesmen sumatif disajikan agar siswa mengetahui secara jelas dan terbuka terkait yang menjadi penilaian dalam proses pembelajaran proyek ini.

g. Halaman Penutup

Halaman penutup memuat glosarium yang berisi istilah-istilah kunci dalam modul, terutama yang terkait dengan materi pecahan dan proses pembelajaran berbasis proyek. Glosarium berfungsi membantu siswa memahami istilah teknis yang mungkin masih asing, sehingga dapat memperkuat pemahaman terhadap isi modul secara keseluruhan. Glosarium ditunjukkan pada Gambar 4.12.



GLOSARIUM	
Istilah	Pengertian
Lintang	Jarak sudut suatu titik dari garis ekuator atau ekuator
Bujur	Jarak sudut suatu titik dari meridian utama
Segitiga Bola	Segitiga pada permukaan bola yang sisi-sisinya adalah busur lingkaran besar
Arah Kiblat	Sudut antara garis meridian dengan garis meridian
Aturan Cosinus	Rumus untuk menghitung sisi segitiga bola
Aturan Sinus	Rumus untuk menghitung sudut segitiga bola

E-MODUL PBL 2

Gambar 4. 12 Tampilan Halaman Glosarium

Dengan demikian, halaman penutup bukan sekadar berperan sebagai penutup dari susunan e-modul, tetapi juga sebagai sarana penguatan pembelajaran, refleksi diri siswa, serta bentuk pertanggung jawaban ilmiah dari pengembangan e-modul.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

a. Validasi Ahli

Tahap validasi dilakukan setelah modul disusun dalam bentuk draf lengkap untuk memastikan kesesuaian isi, struktur, aktivitas, dan instrumen penilaian dengan standar yang berlaku. Modul divalidasi oleh para ahli dan praktisi untuk menjamin kelayakannya sebagai bahan ajar, sementara saran dan penilaian validator menjadi acuan perbaikan modul. Berikut hasil validasi para ahli yang telah dilakukan:

1) Validasi Ahli Materi

Ahli materi bertugas memvalidasi materi fungsi trigonometri yang akan disampaikan dalam e-modul. Proses Validasi berlangsung 4 kali. Penilaian difokuskan pada kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, ketepatan dan kedalaman konsep, keakuratan contoh dan latihan, sistematika dan keterbacaan penyajian serta kesesuaian konteks dengan karakteristik peserta didik. Validator ahli Materi adalah Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si, Ph.D. Dosen matematika Magister Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Hasil validasi aspek materi diuraikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek yang dinilai	skor
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran	3
2	Kesesuaian isi materi matematika	3
3	Kesesuain contoh soal yang komprehensif	4
4	Materi mudah dipahami kelas XI	3
5	Kesesuaian konten matematika	4

Hasil validasi produk dari ahli materi memberikan presentase skor 80% yang artinya produk valid dan layak digunakan dengan revisi ringan. Hal ini

menunjukkan bahwa materi telah dinilai memenuhi standar kelayakan pada aspek isi untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Ahli materi juga menyatakan bahwa struktur alur penyajian materi sudah sistematis dan sesuai dengan pendekatan yang diterapkan dalam kurikulum terbaru.

2) Validasi Ahli Bahasa dan Pembelajaran

Ahli pembelajaran memvalidasi sejauh mana modul tersebut layak digunakan dari sisi rancangan pembelajaran, keterlaksanaan kegiatan, kesesuaian alur, dan keberpihakan pada siswa. Penilaian ini dibutuhkan untuk memastikan bahwa modul tidak hanya akurat secara materi, tetapi juga efektif dan aplikatif saat digunakan dalam proses pembelajaran sedangkan ahli bahasa menilai kualitas kebahasaan dalam modul pembelajaran, meliputi kejelasan kalimat, ketepatan struktur, kesesuaian penggunaan istilah, serta konsistensi gaya bahasa. Validator ahli bahasa dan pembelajaran adalah Dr. Marhayati, M.PMat. Dosen matematika Magister Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Hasil validasi aspek bahasa dan pembelajaran diuraikan dalam Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Pembelajaran dan Bahasa

No	Aspek yang dinilai	skor
1	Kesesuaian dengan prinsip model <i>project based learning</i>	2
2	Penyajian Tujuan pembelajaran yang jelas	3
3	Kkeselarasan antara kegiatan, materi dan Evaluasi	3
4	Kejelasan Instruksi kegiatan proyek	3
5	Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa	3
6	Kejelasan Struktur kalimat	3
7	Konsistensi penggunaan istilah matematika	3
8	Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia	3

Hasil validasi produk dari ahli bahasa dan pembelajaran memberikan persentase 71% yang artinya produk valid dan layak digunakan dengan revisi ringan. Temuan ini mengindikasikan bahwa bahasa dalam modul telah komunikatif, mudah dimengerti, dan sesuai dengan kaidah PUEBI. Struktur kalimat dinilai efektif dan tidak bertele-tele, serta penyampaian konsep disusun secara runtut. Selain itu, ahli pembelajaran menyatakan bahwa modul sudah mendukung pembelajaran berbasis proyek secara runtut dan menawarkan aktivitas yang bermakna. Instruksi yang dipaparkan sudah cukup jelas, sistematis, dan praktis diikuti oleh siswa maupun guru. Namun, ahli pembelajaran tetap memberikan beberapa masukan konstruktif. Masukan tersebut kemudian dijadikan dasar revisi modul sebelum tahap uji coba.

3) Validasi Ahli Desain dan Teknologi

Ahli desain menilai aspek tampilan, struktur, keterbacaan, dan konsistensi desain modul agar mendukung keterpahaman siswa. Ahli teknologi bertugas untuk memeriksa, menilai, dan menjamin kelayakan serta kualitas produk atau instrumen yang dikembangkan. Validator ahli desain dan teknologi adalah Prof. Dr. H. Suhartono, S.Si, M.Kom. Dosen matematika Magister Pendidikan Matematika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Hasil validasi aspek bahasa dan pembelajaran diuraikan dalam Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Validasi Ahli Teknologi dan Desain

No	Aspek yang dinilai	skor
1	Tampilan layout menarik dan proposional	3
2	Konsistensi desain antar halaman	3
3	Navigasi mudah dan jelas digunakan	3
4	Kesesuaian ilustrasi warna dan media interaktif	3

5	Kemudahan akses melalui <i>Smartphone</i> /computer	3
6	Kesesuaian platform flipbook dan pdf interaktif	3
7	Interaktifitas antarmuka e-modul	3
8	Integrasi media (gambar,video,grafik) yang tepat	4
9	Kecepatan akses dan stabilitas tampilan	3

Hasil Validasi produk dari ahli Desain dan Teknologi memberikan persentase 77% yang artinya produk valid dan layak digunakan dengan revisi ringan. Ini mengindikasikan bahwa tampilan modul telah memenuhi nilai standar yang ditentukan, keterbacaan, dan kesesuaian desain pembelajaran yang baik. Ahli desain menilai bahwa modul memiliki tata letak yang rapi, visual yang mendukung pemahaman, serta penggunaan warna yang tidak berlebihan sehingga tetap nyaman bagi siswa.

b. Revisi

Revisi dilakukan setelah modul melalui proses validasi dan mendapatkan masukan dari para ahli. Tahap revisi dilakukan untuk memperbaiki kelemahan modul agar lebih layak, akurat, dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Revisi didasarkan pada analisis cermat terhadap komentar dan saran para validator yang mencakup penyesuaian konsep, kejelasan instruksi aktivitas, ketepatan penggunaan pecahan, serta perbaikan tampilan visual modul.

Berikut rincian revisi berdasarkan saran validator:

1) Revisi Aspek Desain dan Teknologi

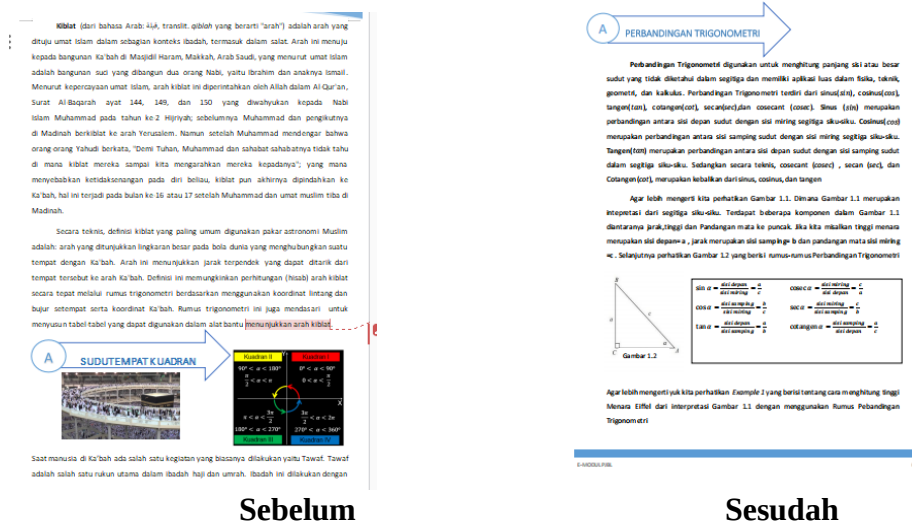
Ahli desain memberikan masukan agar judul pada modul disusun ulang sesuai standart dan diskusi dengan pembimbing. Revisi dilakukan dengan mengubah judul dan struktur tulisan sesuai saran validator. Tampilan sampul e-modul sebelum dan sesudah direvisi dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Tampilan Sampul e-Modul Sebelum dan Sesudah Revisi

2) Revisi Aspek Materi

Ahli materi menemukan beberapa bagian yang memerlukan penegasan definisi atau penambahan penjelasan agar konsep lebih lengkap. Revisi dilakukan dengan memperkuat uraian teori, memperjelas hubungan antar konsep, serta menyesuaikan langkah berpikir yang harus diikuti siswa saat mempelajari materi. Susunan materi sebelum dan sesudah revisi dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Susunan Materi Sebelum dan Sesudah Revisi

3) Revisi Aspek Bahasa dan Pembelajaran

Hasil validasi ahli pembelajaran, terdapat sejumlah komponen dalam modul yang perlu diperbaiki untuk menjamin kesesuaian dengan prinsip pedagogis dan alur pembelajaran yang efektif, serta implementasi model pembelajaran *project based learning*. Diantaranya penambahan contoh soal dapat dilihat pada Gambar 4.15.

kerika kanan hal ini sesuai dengan salah satu bagian dari fungsi Trigonometri

Fungsi trigonometri adalah fungsi matematika yang menghubungkan sudut dan sisi-sisi segitiga siku-siku, yang paling umum adalah sinus ($\sin$), kosinus ($\cos$), dan tangen ($\tan$). Fungsi ini digunakan untuk menghitung panjang sisi atau besar sudut yang tidak diketahui dalam segitiga dan memiliki aplikasi luas dalam fisika, teknik, geometri, dan kalkulus Sinus ($\sin$) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Kosinus ($\cos$) merupakan perbandingan antara sisi samping sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Tangen ($\tan$) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi samping sudut dalam segitiga siku-siku. Sudut sudut dalam fungsi trigonometri dibagi berdasarkan sumbu x dan y pada bidang Kartesius dalam empat kuadran. Dimana setiap kuadran memiliki rentang sudut dan tanda fungsi trigonometri yang berbeda. Mari kita simak video pembelajaran berikut:

Video Pembelajaran



Selatan di bawah ini adalah tabel untuk membantu memahami nilai-nilai empat kuadran. Berikut adalah tabelnya:

Kuadran I	Kuadran II	Kuadran III	Kuadran IV
$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(90^\circ - \theta) = \cot \theta$	$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$ $\tan(90^\circ + \theta) = -\cot \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$	$\sin(180^\circ + \theta) = -\sin \theta$ $\cos(180^\circ + \theta) = -\cos \theta$ $\tan(180^\circ + \theta) = \tan \theta$

EXAMPLE 1

Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui jarak antara pengamat dengan menara Eiffel adalah $330\sqrt{3}$ meter. Jika pengamat mengamati dengan klinometer dengan sudut 30° maka tinggi Menara Eiffel adalah:

Diketahui : Jarak pengamat dengan Menara Eiffel (sisi samping) $= 330\sqrt{3}$
Sudut di klinometer (Sudut elevasi α) $= 30^\circ$
Ditanya : Tinggi Menara Eiffel (sisi depan) ?
Jawab:

Untuk mencari tinggi kita membutuhkan salah satu perbandingan trigonometri yaitu $\tan \alpha$. Dikarenakan $\tan \alpha$ memiliki komponen yang dibutuhkan yaitu:

$$\tan \alpha = \frac{\text{sisinya}}{\text{sisinya}}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{t}{330\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{t}{330\sqrt{3}}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 330\sqrt{3}$$

$$t = 110 \times 3$$

$$t = 330 \text{ meter}$$

Setelah melihat example 1 untuk lebih memahami tentang perbandingan fungsi trigonometri yuk kita lihat video dibawah ini atau klik link berikut

Video pembelajaran



<https://www.youtube.com/watch?v=4Vf4iF5Gq4I>

Setelah memahami example 1 dan melihat video pembelajaran ayo kita lanjutkan mengerjakan Practice 1 di bawah ini

Setelah proyek dibawah ini agar kita lebih menguasai sudut sudut yang berelasi di keempat kuadran tersebut jangan lupa scan barcode di ujung latihan project untuk mengetahui jawaban yang benar.

Project-Practice-1



1. $\sin 150^\circ = \sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta = \frac{1}{2}$
2. $\cos 330^\circ = \cos(360^\circ - \theta) = \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$
3. $\sin 120^\circ = \sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$
4. $\cos 210^\circ = \cos(180^\circ + 30^\circ) = -\cos 30^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2}$
5. $\sin 75^\circ = \sin(2 \times 37.5^\circ) = \sin 75^\circ$

Setelah belajar dengan latihan project diatas ayo kita kerjakan challenge Project dibawah ini agar kalian lebih memahami yuk lakukan challenge Project di bawah ini

Challenge-Project



1. Buatlah kelompok beranggotakan 5 orang
2. Beri nama kelompokmu
3. Scan barcode disamping masukkan kode 9437
4. Tantang kelompok lain di kelasmu
5. Tiap kelompok hanya diperbolehkan memainkan game sebanyak 1 kali
6. Guruhanya sebagai wasit
7. Rencanakan dan buat strategi agar

B Identitas Trigonometri

Identitas Trigonometri adalah Persamaan yang melibatkan fungsi trigonometri (sinus, cosinus, tangen, dll.) dan berlaku untuk semua nilai sudut yang

Sebelum

EXAMPLE 1

Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui jarak antara pengamat dengan menara Eiffel adalah $330\sqrt{3}$ meter. Jika pengamat mengamati dengan klinometer dengan sudut 30° maka tinggi Menara Eiffel adalah:

Diketahui : Jarak pengamat dengan Menara Eiffel (sisi samping) $= 330\sqrt{3}$
Sudut di klinometer (Sudut elevasi α) $= 30^\circ$
Ditanya : Tinggi Menara Eiffel (sisi depan) ?
Jawab:

Untuk mencari tinggi kita membutuhkan salah satu perbandingan trigonometri yaitu $\tan \alpha$. Dikarenakan $\tan \alpha$ memiliki komponen yang dibutuhkan yaitu:

$$\tan \alpha = \frac{\text{sisinya}}{\text{sisinya}}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{t}{330\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{t}{330\sqrt{3}}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 330\sqrt{3}$$

$$t = 110 \times 3$$

$$t = 330 \text{ meter}$$

Setelah melihat example 1 untuk lebih memahami tentang perbandingan fungsi trigonometri yuk kita lihat video dibawah ini atau klik link berikut

Video pembelajaran



<https://www.youtube.com/watch?v=4Vf4iF5Gq4I>

Setelah memahami example 1 dan melihat video pembelajaran ayo kita lanjutkan mengerjakan Practice 1 di bawah ini

PRACTICE 1

Setelah menyimak Example 1 yuk kita cari tinggi menara Eiffel jika jarak pengamat tetap $330\sqrt{3}$ tetapi sudutnya berubah menjadi 45° dan 60° . Apakah tinggi menara Eiffel akan tetap sama? Agar lebih mengerti ayo kita kerjakan lembar kerja dengan scan QR di bawah ini.

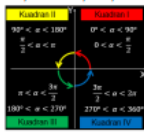


<https://forms.gle/41pqr3BBm8lsu7A6A>

Jika belum mendapat nilai KKM (75). Silahkan diulang pengerjaannya

B SUDUT BERELASI

Sudut berelasi adalah Sudut sudut dalam fungsi trigonometri yang dibagi berdasarkan sumbu x dan y pada bidang Kartesius didalam empat kuadran. Dimana setiap kuadran memiliki rentang sudut dan tanda fungsi trigonometri yang berbeda. Rentangan sudut pada setiap kuadran dapat di perhatikan dalam gambar 2.1 berikut



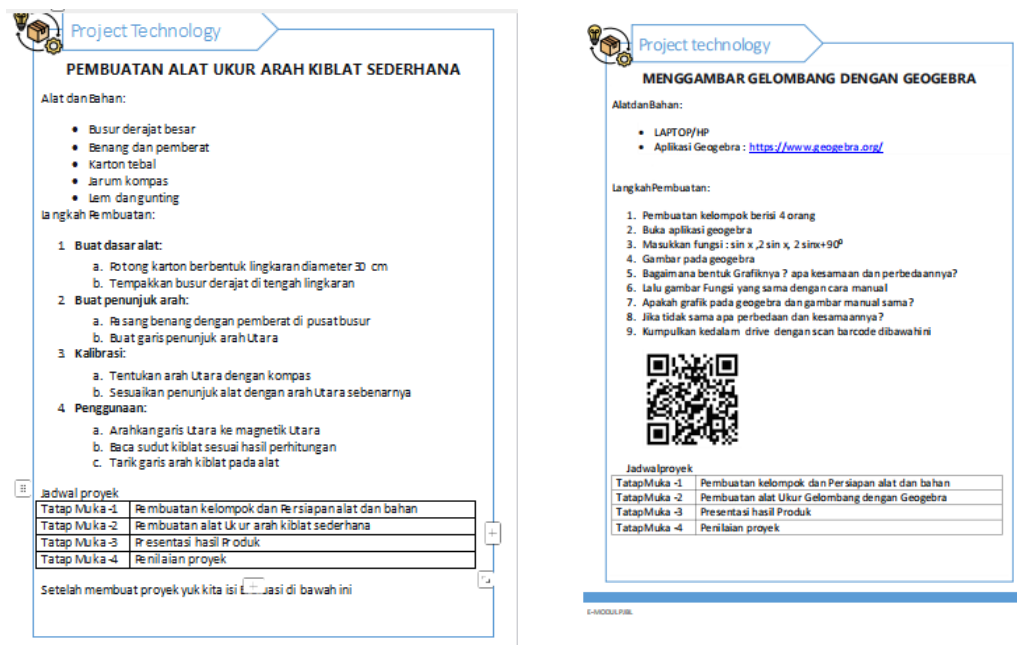
Gambar 2.1

Gambar 2.1 menunjukkan pembagian sudut dalam sistem koordinat kartesius ke dalam 4 kuadran berdasarkan besar sudut α . Kuadran 1 terletak di kanan atas dengan besar sudut antara $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ atau $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ oleh karena itu untuk mencari sudut berelasi yang sudutnya ada di kuadran 1 menggunakan $(90^\circ - \alpha)$. Untuk mengetahui nilai $\sin, \cos$ dan $\tan$ kita lihat gambar berikut :

Sesudah

Gambar 4. 15 Contoh Soal Sebelum dan Sesudah Revisi

Selain adanya perubahan pada contoh soal juga ada perubahan pada halaman proyek. Hasil perubahan pada halaman proyek teknologi dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Sebelum

Sesudah

Gambar 4. 16 Proyek Teknologi Sebelum dan Sesudah Revisi

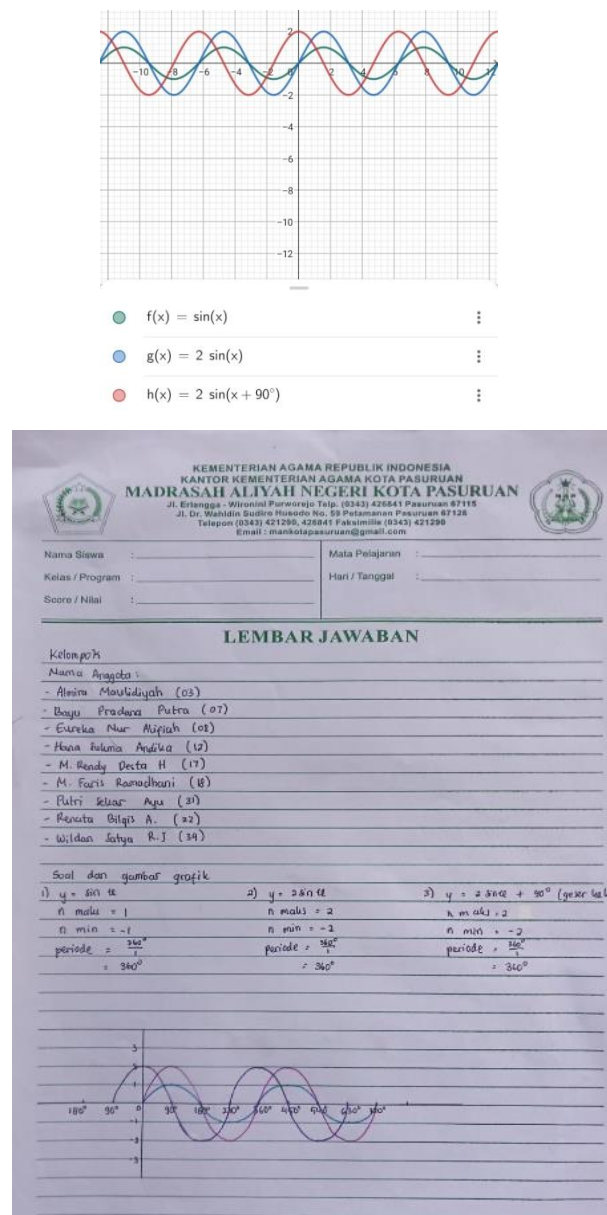
4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Implementasi ini memiliki tujuan untuk mengetahui keterlaksanaan modul, respon siswa, serta efektivitas awal e-modul dalam mendukung pembelajaran fungsi trigonometri yang bermakna dan kontekstual. Kegiatan implementasi dilaksanakan di kelas XI-C MAN Kota Pasuruan. Implementasi diawali dengan *pretest* (assesment awal) untuk mengidentifikasi kemampuan siswa khususnya pada materi fungsi trigonometri di kelas XI-C. Selanjutnya, pembelajaran dilaksanakan berdasarkan sintaks yang ada di e-modul di kelas XI-C. Kelas XI-C dibagi menjadi 5 kelompok masing-masing kelompok disuruh menggambarkan perubahan grafik sinus di geogebra dan di gambar manual. Hasil

projek pada setiap kelompok diuraikan sebagai berikut:

a. Hasil Proyek Kelompok 1

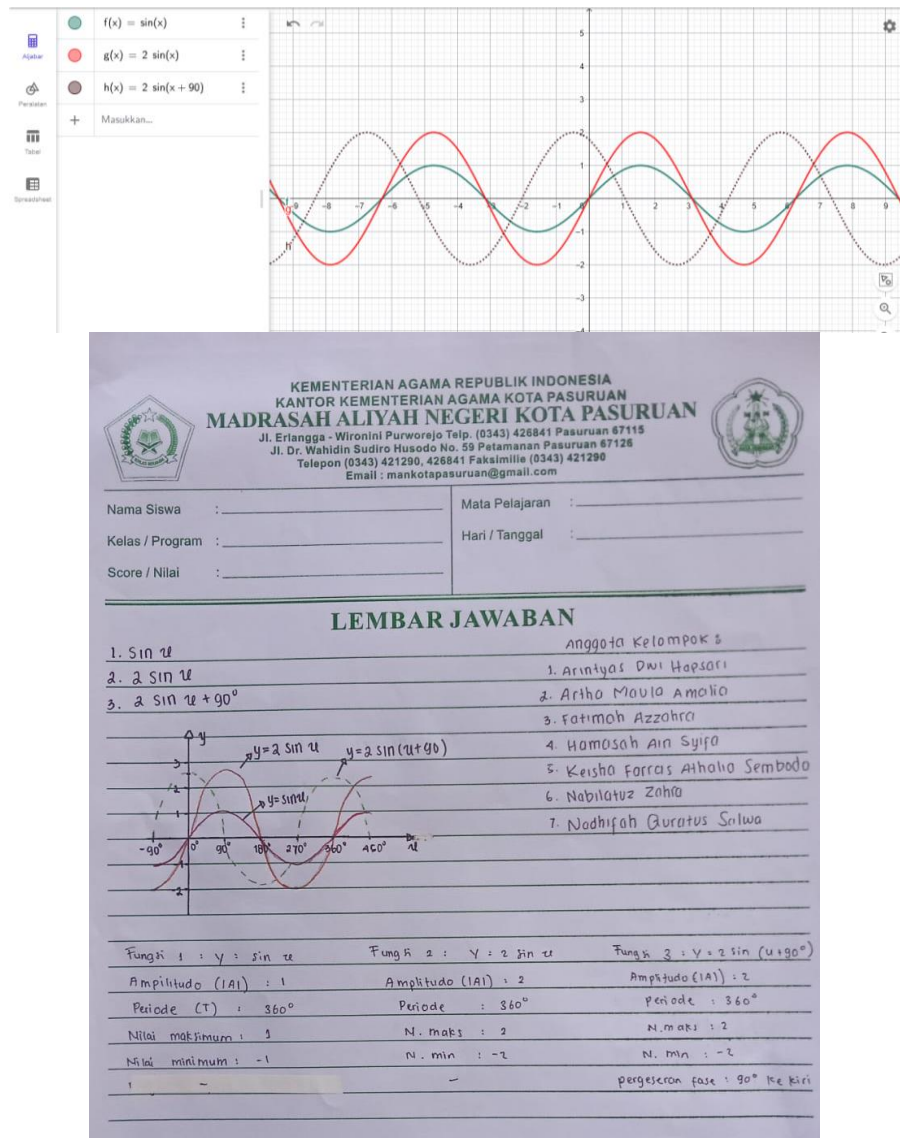
Hasil proyek kelompok 1 memperlihatkan hasil gambar dari geogebra dan hasil gambar manual sangat mirip. Dengan kemiripan 90% dan kelompok 1 sudah bisa merumuskan dan menyimpulkan cara menggambar dengan menggunakan rumus cepat. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Hasil Kelompok 1

b. Hasil Proyek Kelompok 2

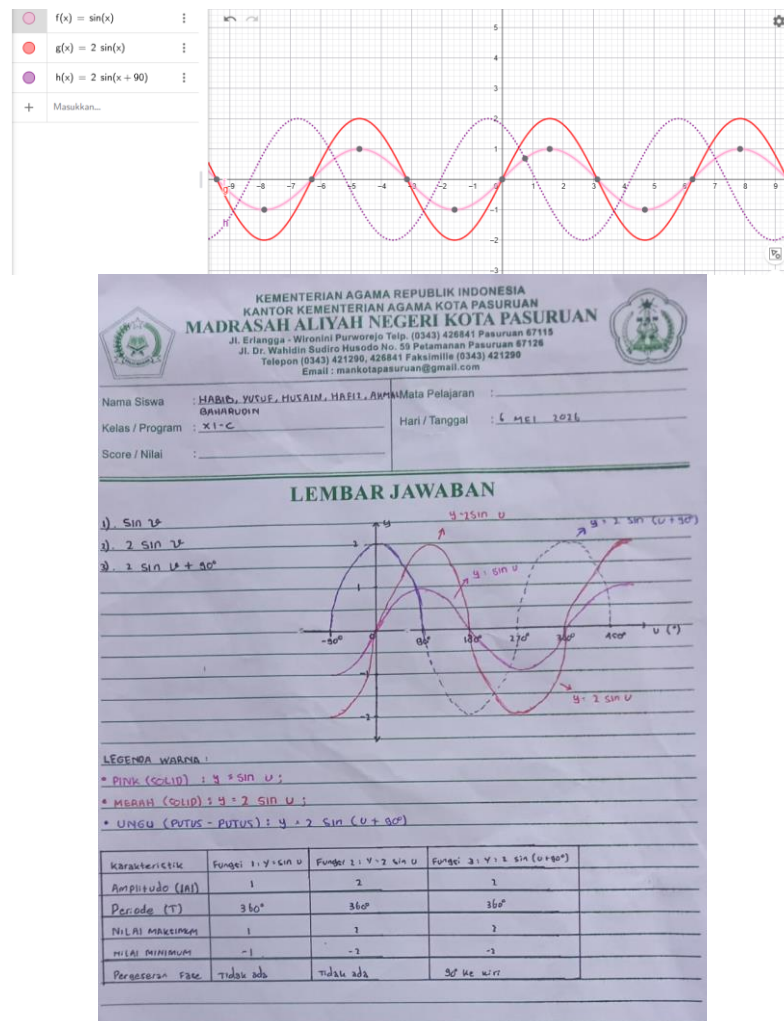
Hasil proyek kelompok 2 memperlihatkan hasil gambar dari geogebra dan hasil gambar manual ada sedikit perbedaan terutama grafik $\sin x$. tetapi kelompok 2 sudah bisa merumuskan dan menyimpulkan cara menggambar dengan menggunakan rumus cepat. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Hasil Kelompok 2

c. Hasil Proyek Kelompok 3

Hasil proyek kelompok 3 hampir sama dengan kelompok 2 memperlihatkan hasil gambar dari geogebra dan hasil gambar manual ada sedikit perbedaan terutama grafik $\sin x$ dan $2 \sin x$ tetapi kelompok 3 sudah bisa merumuskan dan menyimpulkan cara menggambar dengan menggunakan rumus cepat. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 4.19.

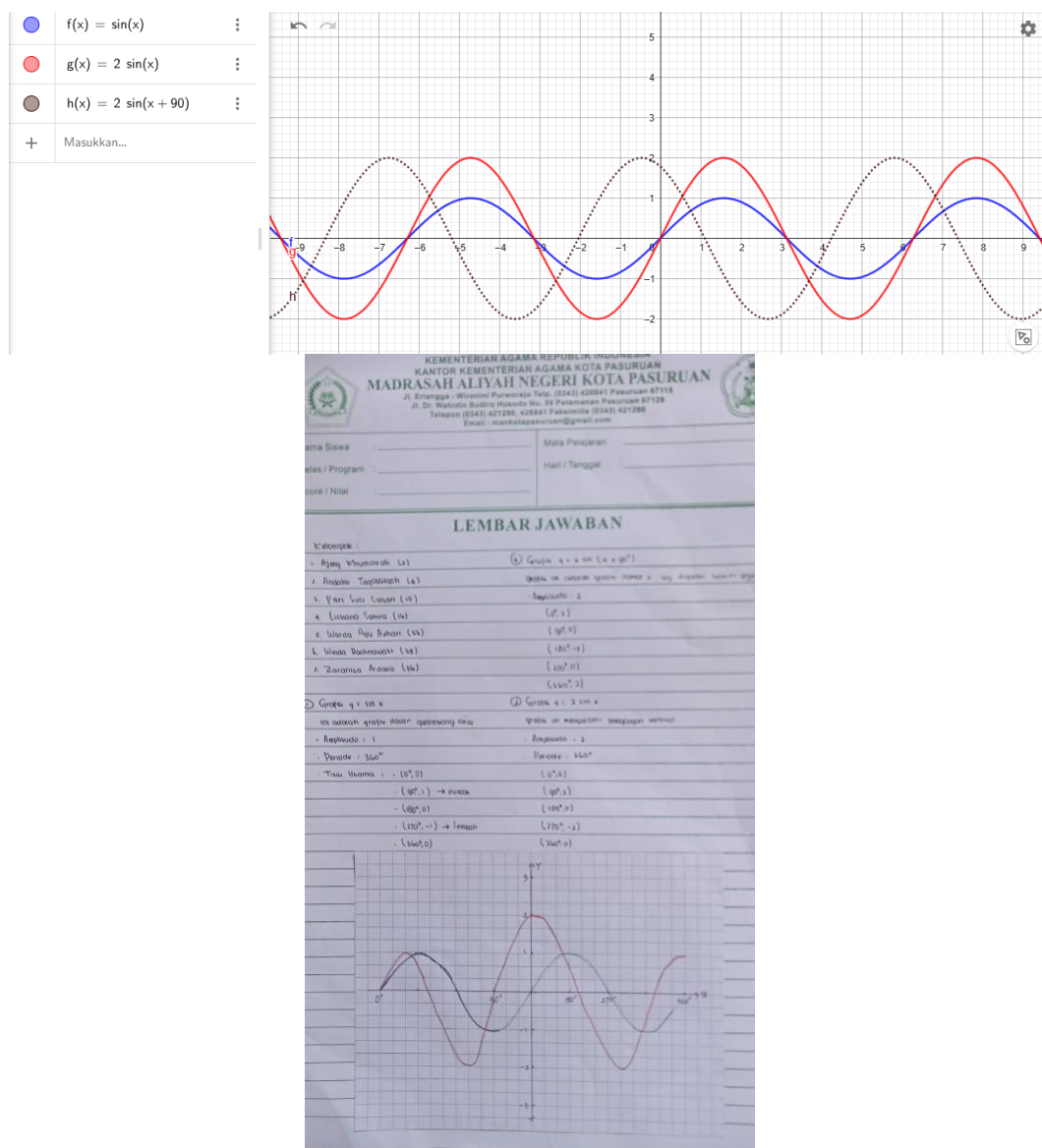


Gambar 4. 19 Hasil Kelompok 3

d. Hasil Proyek Kelompok 4

Hasil proyek kelompok 4 memperlihatkan hasil gambar dari geogebra dan hasil gambar manual berbeda terutama grafik $2 \sin(x + 90)$ yang tidak tergambar. Kelompok 4 belum bisa merumuskan dan menyimpulkan cara

menggambar dengan menggunakan rumus cepat. Mereka menggambar dengan memasukkan titik koordinat satu persatu. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 4.20.

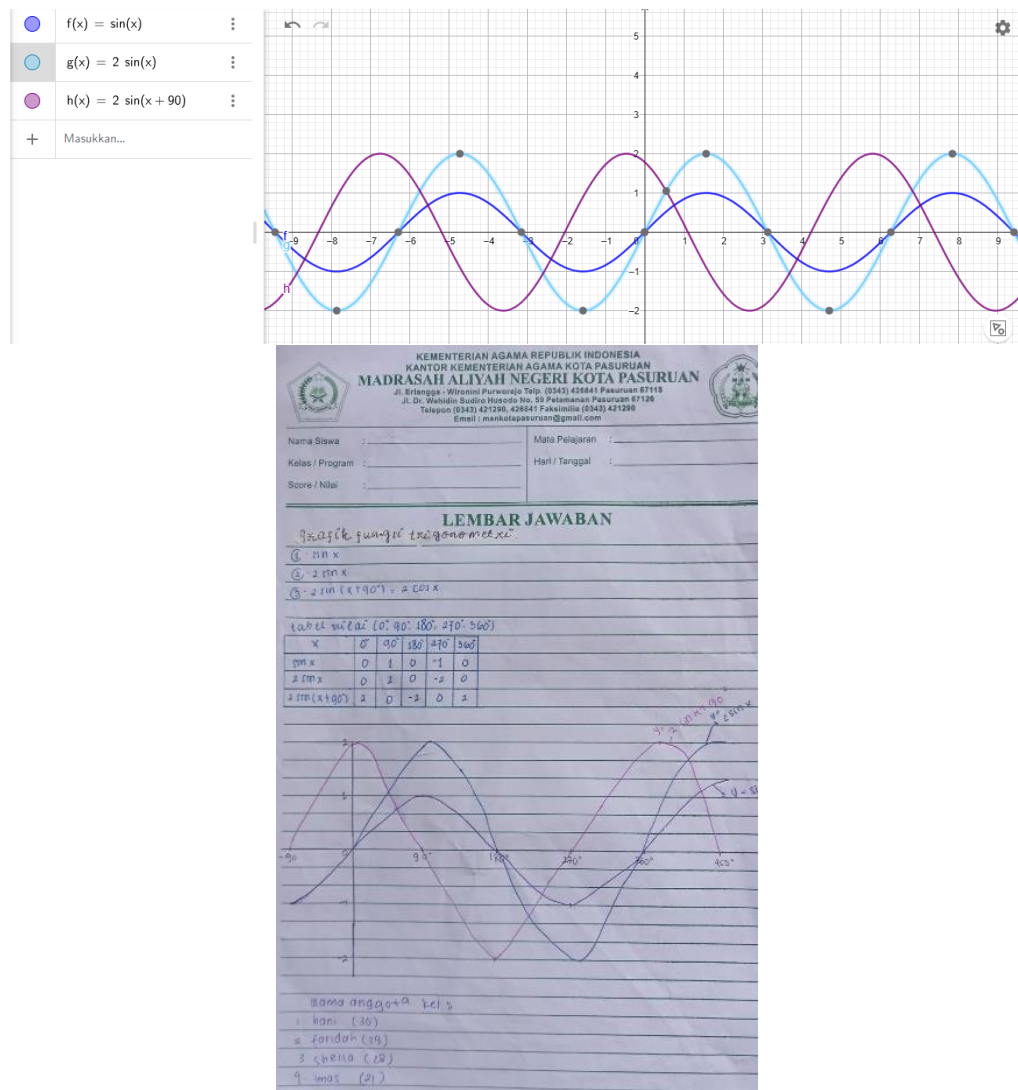


Gambar 4. 20 Hasil Kelompok 4

e. Hasil Proyek Kelompok 5

Hasil proyek kelompok 5 memperlihatkan hasil gambar dari geogebra dan hasil gambar manual sama. Hanya saja kelompok 4 belum bisa merumuskan dan menyimpulkan cara menggambar dengan menggunakan rumus cepat. Mereka menggambar dengan memasukkan titik koordinat satu persatu. Hal ini

ditunjukkan dalam Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Hasil Kelompok 5

Kegiatan terakhir adalah presentasi proyek. Dalam presentasi tersebut di tanyakan beberapa pertanyaan diantaranya: “apakah gambar manual dan gambar pada geogebra sama?”, “apa persamaannya dan apa perbedaannya”, dan “apa yang dapat kamu simpulkan?”. Ketika seluruh kegiatan pembelajaran telah tuntas dilaksanakan, siswa kemudian diberikan *posttest* (asesmen akhir) sebagai upaya mengukur perkembangan pembelajaran matematika siswa setelah menggunakan e-modul pembelajaran. *pretest* dilakukan di XI-C yang telah diuji coba menggunakan e-modul fungsi trigonometri dengan model *project based learning*,

data hasil *pretest* dan *posttest* digunakan sebagai dasar untuk melihat efektivitas e-modul dalam meningkatkan pembelajaran matematika siswa.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi formatif dilakukan dalam setiap akhir sub bab dalam bentuk latihan soal yang bernama *practice* 1 sampai 3. Evaluasi ini bertujuan untuk memantau keterlaksanaan pembelajaran, keterlibatan siswa, serta kendala-kendala yang muncul selama penggunaan e-modul. Hasil evaluasi formatif digunakan sebagai bahan perbaikan sementara, baik dalam strategi pembelajaran, pengelolaan waktu, maupun pemberian bimbingan kepada siswa agar proses pembelajaran berjalan lebih optimal.

Evaluasi sumatif dilakukan di akhir kegiatan pembelajaran setelah seluruh rangkaian proyek selesai dilaksanakan. Evaluasi ini dilaksanakan melalui pemberian *posttest* yang disusun untuk mengukur peningkatan Pembelajaran matematika siswa pada materi fungsi trigonometri. Hasil *posttest* kemudian dibandingkan dengan hasil *pretest* yang telah diberikan sebelum implementasi modul. Perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* digunakan untuk melihat peningkatan pembelajaran matematika siswa. Tahap evaluasi juga mencakup evaluasi respon siswa terhadap modul pembelajaran. Respon siswa diperoleh melalui angket atau lembar tanggapan siswa setelah mengikuti seluruh rangkaian pembelajaran. Data respon siswa digunakan untuk mengetahui tingkat kemenarikan modul, kemudahan penggunaan, keterpahaman materi, serta kebermanfaatan modul dalam membantu siswa memahami materi pecahan dan meningkatkan literasi numerasi.

B. Penyajian dan Analisis Data Uji Produk

Penyajian dan analisis data uji produk digunakan untuk menggambarkan hasil penerapan e-modul Berbasis *project based learning* dalam meningkatkan pembelajaran matematika siswa. Data yang dianalisis dalam penelitian meliputi data hasil *pretest* dan *posttest*, data penilaian proyek, serta data respon siswa terhadap penggunaan e-modul. Seluruh data tersebut digunakan untuk melihat tingkat efektivitas, dan kepraktisan e-modul dalam pembelajaran matematika siswa: Analisis data dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis Data Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Data *pretest* diperoleh sebelum siswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul. *Pretest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa-siswi kelas XI-C pada materi fungsi trigonometri. Sedangkan data *posttest* diperoleh setelah seluruh pembelajaran menggunakan e-modul *project based learning* selesai. *Posttest* diberikan untuk mengetahui kemampuan akhir dari setiap siswa-siswi kelas XI-C yang sudah belajar dengan e-modul *project based learning*. Hasil *pretest* dan *posttest* disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil *Pretest* dan *Posttest*

No	Inisial Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
1	WS	50	50	0	Rendah
2	HSA	0	5	0,05	Rendah
3	RB	70	75	0,16	Rendah
4	MAI	5	20	0,15	Rendah
5	AD	45	55	0,18	Rendah
6	FSL	55	70	0,33	Sedang
7	MAFS	35	60	0,38	Sedang
8	MEA	30	69	0,42	Sedang
9	MFR	45	70	0,45	Sedang
10	MBP	35	65	0,46	Sedang
11	ICOY	40	70	0,5	Sedang
12	WAA	45	80	0,63	Sedang
13	LS	45	80	0,63	Sedang

14	WR	55	80	0,65	Sedang
15	KS	65	90	0,71	Tinggi
16	MAY	40	85	0,75	Tinggi
17	HAS	55	90	0,77	Tinggi
18	MHNAH	30	85	0,78	Tinggi
19	NZ	50	90	0,8	Tinggi
20	AM	0	80	0,8	Tinggi
21	AMA	45	90	0,81	Tinggi
22	BPP	35	90	0,84	Tinggi
23	HN	35	90	0,84	Tinggi
24	MSH	30	90	0,85	Tinggi
25	FA	25	90	0,86	Tinggi

Berdasarkan Hasil *posttest* menunjukkan adanya peningkatan skor yang signifikan dibandingkan dengan hasil *pretest*. Peningkatan tertinggi dengan nilai *n-gain* 0,86 termasuk kategori tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-modul pembelajaran *project based learning* memberikan dampak positif dalam pembelajaran matematika siswa. Hal ini juga menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran matematika siswa.

2. Analisis Data Respon Siswa Terhadap e-Modul

Data respon siswa diperoleh melalui angket yang diberikan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan. Data ini menunjukkan bahwa e-modul memiliki tingkat kepraktisan dan kemenarikan yang baik. Analisis data respon siswa ini dilakukan kepada kelas XI-C. Ada 25 responden dengan 10 pertanyaan. Hasil angket respon siswa terhadap e-modul disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Angket Respon Siswa Terhadap e-Modul

Aspek Yang dinilai	Prosentase Produk	Kriteria
Tampilan e-modul	77%	Praktis
Isi e-modul	73%	Praktis
Penggunaan e-modul	80%	Praktis

Dari hasil data tersebut menunjukkan bahwa siswa menyukai aktivitas pembelajaran *project based learning*. Karena e-Modul mudah digunakan tanpa bimbingan intensif guru dan tampilan e-Modul menarik.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Proses Pengembangan e-Modul yang Valid dan Praktis

Pengembangan e-modul berbasis *project based learning* menggunakan tahapan pengembangan ADDIE.

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan guru dan siswa sehingga melatarbelakangi pembuatan e-modul *projek based learning*. Tahap analisis dilakukan dengan wawancara. Tahap analisis kebutuhan meliputi 2 aspek yaitu analisis kebutuhan dari aspek guru dan analisis kebutuhan dari siswa.

Melalui analisis kebutuhan dari aspek guru peneliti menggali informasi dengan mewawancarai 3 guru pengampu mata pelajaran Matematika di kelas XI MAN Kota Pasuruan. Analisis kebutuhan guru ini bertujuan untuk mengetahui model pembelajaran yang digunakan terutama model pembelajaran *project based learning*. Model pembelajaran *project based learning* yang digunakan sudah efektif atau belum dan kendala dalam melakukan model pembelajaran terutama model pembelajaran *project based learning*. Berdasarkan hasil wawancara dengan ketiga guru tersebut diperoleh kesimpulan bahwa sebagian guru sudah pernah melakukan pembelajaran *project based learning* tetapi belum maksimal dikarenakan siswa kurang terlibat dalam pembelajaran tersebut. Menurut (Siswanto, 2023) pembelajaran *project based learning* adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa dan melibatkan siswa untuk menyelesaikan masalah.

Saat guru ditanyakan kendala saat melakukan model Pembelajaran *project based learning* semua guru berpendapat hal yang sama yaitu ketiadaan bahan ajar atau media pembelajaran seperti e-modul. Selama ini para guru hanya menggunakan e-LKPD, *power point*, dan game seperti *quizziz* saja saat pembelajaran menggunakan model *project based learning*. Padahal e-modul sendiri sangat penting dalam mendukung pembelajaran. Menurut (Susanto, 2016) e-modul memungkinkan siswa untuk meningkatkan kemampuannya dalam mengkonstruksi pengetahuan baru, sehingga siswa dapat menguasai materi matematika dengan baik dan menggunakan pemahaman tersebut untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Analisis kebutuhan berikutnya adalah analisis kebutuhan siswa hampir sama dengan analisis kebutuhan guru analisis kebutuhan siswa juga dilakukan dengan wawancara dengan 10 siswa dari kelas XI-A sampai XI-H. Analisis kebutuhan siswa digunakan untuk mencari tahu siswa pernah atau tidak melakukan pembelajaran menggunakan model *project based learning*. Kendala yang dihadapi saat melakukan pembelajaran dengan model *project based learning*, dan mau atau tidak dibuatkan e-modul untuk pembelajaran dengan model *project based learning*. Keterangan dari ke 10 siswa tersebut adalah sudah melakukan model pembelajaran *project based Learning* tapi belum maksimal. Karena yang diketahui siswa model pembelajaran *project based learning* hanya pembelajaran dengan bekerja secara berkelompok saja. menurut (Murfiah, 2017) tahapan *project based learning* tidak hanya membentuk kelompok saja tapi juga merencanakan proyek, membuat proyek, mempresentasikan hasil, dan penilaian proyek. Saat di tanyakan kendala yang dihadapi oleh peserta didik saat melakukan

model *project based learning* ke 10 peserta didik tersebut menjawab bahwa kendalanya yaitu ketidakadaan e-modul. Saat ditanyakan apakah mau dibuatkan e-modul, 8 dari 10 anak setuju jika dibuatkan e-modul untuk pembelajaran menggunakan model *project based learning*.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap *design* diawali oleh peneliti dengan menentukan materi yang dimuat dalam e-modul. Peneliti memilih fungsi trigonometri karena fungsi trigonometri banyak sekali contoh-contoh yang dapat diselesaikan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sesuai pendapat (Susanto, 2016) bahwa tujuan pembuatan e-modul adalah siswa dapat menguasai materi matematika dengan baik dan menggunakan pemahaman tersebut untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu materi materi fungsi trigonometri dapat digunakan untuk siswa belajar mandiri. Menurut (Sofyan dkk., 2019) e-modul adalah adalah buku berbasis elektronik yang dibuat dengan tujuan agar siswa mampu mempelajari suatu materi dengan mandiri dan bebas tanpa bimbingan guru.

Setelah menentukan materi, langkah kedua yang dilakukan peneliti adalah pembuatan *prototype* e-modul. Dalam pembuatan *design prototype* e-modul, peneliti menggunakan beberapa perangkat seperti Microsoft word, Canva, Youtube, *flipbook* dan game interaktif seperti Lumi. Karena game seperti Lumi bisa membuat pembelajaran lebih interaktif. Menurut (Pour dkk., 2018) e-modul juga memiliki pengertian media belajar mandiri dalam bentuk digital yang disusun untuk mewujudkan kompetensi pembelajaran dan membuat pembelajaran lebih interaktif.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* berisi tentang hasil validasi para ahli dari beberapa aspek yaitu aspek materi, pembelajaran, bahasa, teknologi dan desain. Para ahli menilai kekurangan dan kelebihan dari *prototype* e-modul yang telah dibuat.

Validasi pertama yang dilakukan oleh peneliti adalah validasi Desain dan teknologi. Validasi desain dan teknologi dikembangkan mengacu pada aspek Tampilan e-modul, Konsistensi desain e-modul, kemudahan akses, sampai kecepatan akses. Hasil validasi dari ahli desain berada dalam kategori valid dengan prosentase 77%. Hasil ini menunjukkan desain e-modul sudah menarik dan dalam segi teknologi sudah cukup memadai.

Validasi kedua yang dilakukan oleh peneliti adalah validasi Materi validasi materi dikembangkan dalam beberapa aspek diantaranya kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, kesesuaian isi, dan kesesuaian konten. Hasil validasi dari validasi ahli materi dalam kategori valid dengan persentase 80%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa materi yang dimuat dalam e-modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

Validasi ketiga yang dilakukan oleh peneliti adalah validasi pembelajaran dan bahasa. Validasi pembelajaran dan bahasa yang dikembangkan dalam beberapa aspek diantaranya kesesuaian dengan model, kejelasan instruksi, dan kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia. Hasil validasi dari validator pembelajaran dan bahasa dalam kategori valid dan persentase 70%. Dengan demikian e-modul dapat digunakan dalam pembelajaran dan sudah menggunakan kaidah Bahasa Indonesia yang berlaku.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Setelah e-modul yang valid diperoleh tahap selanjutnya adalah implementasi. Tahap ini dilakukan dengan melibatkan 1 kelas yaitu kelas XI-C. Tahap pertama yang dilakukan adalah pemberian *pretest*. Kemudian, diberikan perlakuan dengan pemberian e-modul. Setelah itu diberikan soal *posttest* untuk mengetahui hasil pemahaman konsepnya.

Pada proses implementasi diperoleh hasil penilaian *pretest*, *posttest*, dan proyek. Nilai *pretest* rata-rata 38,52. Sedangkan saat pembelajaran *project based learning* berlangsung nilai proyek rata-rata 90. Sedangkan saat *posttest* rata-rata nilai kelas XI-C meningkat menjadi 72,76.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi, peneliti menganalisis secara keseluruhan proses pengembangan modul elektronik hingga penggunaannya pada pembelajaran di sekolah. Selama proses pengembangan, peneliti melakukan beberapa perbaikan berdasarkan saran validator untuk menghasilkan produk yang valid dan praktis. Setelah diperoleh produk yang diinginkan, peneliti mengimplementasikan e-modul melalui uji coba pada skala yang lebih luas.

B. Penggunaan e-Modul untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran

Matematika

Peningkatan pembelajaran matematika diuji dengan menggunakan dengan menggunakan kriteria *n-gain*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan pembelajaran matematika siswa. Pada kelas XI-C rata-rata nilai *n-gain* adalah 0,5184 atau jika dijadikan presentase adalah 51%. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pembelajaran matematika.

Penggunaan e-modul untuk meningkatkan pembelajaran matematika juga dalam kriteria tinggi yaitu 0,86.

Konteks perhitungan tinggi gedung dalam e-modul memberikan kesempatan kepada siswa untuk menerapkan konsep fungsi trigonometri dalam permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Proses ini sesuai dengan pengertian peningkatan pembelajaran matematika yaitu proses belajar mengajar untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan, sehingga siswa dapat menguasai materi matematika dengan baik dan menggunakan pemahaman tersebut untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Susanto, 2016). Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan mendukung peningkatan pembelajaran matematika.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan e-modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan, dapat disimpulkan bahwa:

1. e-Modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan melalui lima tahap model ADDIE, yakni analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahap analisis ditemukan bahwa pembelajaran *project based learning* di MAN Kota Pasuruan sudah berjalan tapi belum optimal dikarenakan ketiadaan modul. Memasuki tahap perancangan, peneliti sistematika e-modul mulai dari halaman cover sampai halaman glosarium serta pemilihan ukuran font dan judul e-modul yang baik. Pada tahap pengembangan peneliti melakukan validasi kepada validasi ahli materi, ahli media, dan praktisi pembelajaran. e-Modul memperoleh kualifikasi valid pada aspek materi (80%), aspek pembelajaran dan bahasa (71%), dan aspek desain dan teknologi (77%), serta dinilai praktis oleh responden dengan persentase tampilan (77%), isi (73%), dan penggunaan (80%). Pada tahap implementasi, uji coba kelompok kecil menghasilkan rata-rata peningkatan sebesar 51%. Pada tahap evaluasi e-modul dinyatakan telah memenuhi seluruh kriteria valid dan praktis untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika.
2. Penggunaan e-modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan terbukti efektif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika

siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan. Keefektifan tersebut dibuktikan melalui peningkatan hasil belajar siswa yang ditunjukkan oleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 38,52 meningkat menjadi 72,76 pada *posttest* dengan nilai *n-gain* sebesar 0,86 yang berada pada kategori tinggi yang mengindikasikan bahwa e-modul berbasis *project based learning* yang dikembangkan dinyatakan efektif dan layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika.

B. Saran

Berdasarkan temuan penelitian mengenai pengembangan e-modul berbasis *project based learning* untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan materi yang digunakan dalam pengembangan e-modul tidak hanya terbatas pada materi matematika tertentu yang digunakan dalam penelitian ini, tetapi juga dikembangkan pada materi matematika lainnya agar diperoleh hasil yang lebih beragam, komprehensif, dan dapat digunakan secara lebih luas.
2. Diharapkan pengembangan e-modul berbasis *project based learning* dapat diterapkan pada jenjang pendidikan yang berbeda, baik di tingkat SMP/MTs maupun SMA/MA kelas lainnya, sehingga efektivitas penggunaannya dapat diketahui pada karakteristik peserta didik yang berbeda.
3. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan e-modul dengan teknologi pembelajaran yang lebih interaktif, seperti video pembelajaran, simulasi matematika, kuis adaptif, maupun platform *Learning Management System* (LMS), sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi

belajar siswa.

4. Diharapkan penelitian selanjutnya melibatkan jumlah subjek yang lebih banyak dan cakupan sekolah yang lebih luas agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi.
5. Diharapkan penelitian selanjutnya tidak hanya mengukur efektivitas pembelajaran dari aspek hasil belajar kognitif, tetapi juga mengkaji pengaruh e-modul terhadap kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, serta keterampilan pemecahan masalah matematis siswa.
6. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian penggunaan e-modul dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk mengetahui konsistensi efektivitasnya terhadap peningkatan hasil belajar dan kemandirian belajar siswa.
7. Diharapkan guru matematika dapat memanfaatkan dan mengembangkan e-modul berbasis *project based learning* sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik materi yang diajarkan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Al-Mahalli, J., & As-Suyuthi, J. (n.d.). *تفسير الجلالين (Tafsir Al-Jalalain)*.
- Ali, H., & Muhlisrarini. (2016). *Perencanaan dan Strategi Pembelajaran Matematika*. Raja grafindo persada.
- Armstrong, T. (2013). *Kecerdasan multipel di dalam kelas*. Indeks.
- Asnawi, A. (2021). Destination images: antecedents of city marketing, tourism event, and social media marketing concept. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, 9(2), 171–186.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*.
- Idi, A. (1999). *Pengembangan kurikulum: teori dan praktik*. Gaya Media Pertama.
- Isman, M. B. (2016). Pesticides based on plant essential oils: Phytochemical and practical considerations. In *Medicinal and aromatic crops: production, phytochemistry, and utilization* (hal. 13–26). ACS Publications.
- Kemdikdasmen. (2025). Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2025 Tentang Standar Kompetensi Lulusan Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan Jenjang Pendidikan Menengah. *Kemdikdasmen*, 1–12.
- Khuluqo, I. El. (2017). *Belajar dan pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Lusitania Herzegovina, Laurensia M. Perangin-Angin, N. S., & Risma Sitohang, E. M. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Pendekatan Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas V Tema 9 Subtema 3 SDN 107418 Bangun Sari Baru T.A 2022/2023. *Journal of Student Development Information System (JoSDIS)*, 3, 82–91. <http://jscm.ut.ac.ir>
- Maharani, A., Rini, R., & Sugiman, S. (2019). Pengaruh Penggunaan Media Interaktif Animasi Terhadap Minat Belajar Matematika Peserta Didik. *Pedagogi: Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(17).
- Misesani, D., Janggo, W. O., & Wuwur, M. S. N. (2020). Need Analysis in ADDIE Model to Develop Academic Speaking Materials. *Ethical Lingua: Journal of Language Teaching and Literature*, 7(2), 438–446. <https://doi.org/10.30605/25409190.226>
- Okta Priantini, D. A. M. M., & Widiastuti, N. L. G. K. (2021). How Effective is Learning Style Material with E-Modules During the COVID-19 Pandemic? *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 5(2), 307. <https://doi.org/10.23887/jisd.v5i2.37687>
- Pour, A. N., Herayanti, L., & Sukroyanti, B. A. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Talking Stick terhadap Keaktifan Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v2i1.111>
- Rizky Satria, P. A., Sekar, W. K., & Harjatanaya, T. Y. (2022). *Projek Penguatan. Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*, 138.
- Samidi. (2016). *kompetensi profesionalisme guru ilmu pengetahuan. alam (ipa) dan matematika* (Istarani, Ed.). 278.
- Siswanto, E. (2023). Pengembangan Model Project Based Learning Tentang Kenampakan Alam dengan Media Diorama Untuk Peningkatan High Order

- Tingking Skill (Hots) Siswa Kelas 4 SDN Puntan 01 Kota Batu. *Jurnal Pendidikan Taman Widya Humaniora*, 2(2), 751–774. <https://jurnal.widyahumaniora.org/>
- Sofyan, H., Anggereini, E., & Saadiah, J. (2019). Development of E-Modules Based on Local Wisdom in Central Learning Model at Kindergartens in Jambi City. *Başlık*, volume-8-2(volume8-issue4.html), 1137–1143. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.1139>
- Sugiyono, P. (2022). Dr. 2010. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Susanto, A. (2016). *Teori belajar dan pembelajaran di sekolah dasar*. Kencana.
- Widiasworo, E. (2017). *Inovasi pembelajaran berbasis life sklii dan entrepreneurship*.
- Wirasasmita, R. H., & Uska, M. Z. (2017). Pengembangan media pembelajaran berbasis buku digital elektronik publication (EPUB) menggunakan software sigil pada mata kuliah pemrograman dasar. *EDUMATIC: Jurnal Pendidikan Informatika*, 1(1), 11–16.
- Yurniwati, Y., & Soleh, D. A. (2019). Geometric conceptual and procedural knowledge of prospective teachers. *International Journal of Education and Pedagogy*, 1(2), 108–117.
- Zunaidah, F. N., & Amin, M. (2016). Development of Teaching Materials for Biotechnology Courses Based on the Needs and Characters of Students at the University of Nusantara Pgri Kediri. *Indonesian Journal of Biological Education*, 2(1), 19–30.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Validator Ahli Mater


KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jalan Gajayana 50, Telepon (0341) 552398 Faximile (0341) 552398 Malang
 http://fitk.uin-malang.ac.id email : fitk@uin-malang.ac.id

Nomor : B-3812/Un.03/FITK/PP.00.9/10/2025 03 November 2025
 Lampiran : -
 Perihal : Permohonan Menjadi Validator

Kepada Yth.
Prof. Dr. Turmudi, M.Si., Ph.D.
 di -
 Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

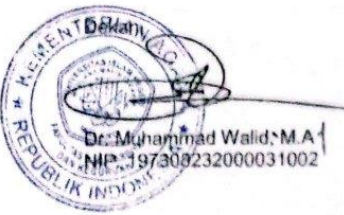
Sehubungan dengan proses penyusunan tesis mahasiswa berikut:

Nama : Rindu Setia Lestari
 NIM : 220108220001
 Program Studi : Magister Pendidikan Matematika (MPMAT)
 Judul Tesis : Pengembangan e-modul Project Based Learning untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan
 Dosen Pembimbing : 1. Dr. Wahyu Hengky Irawan M.Pd
 2. Dr. Imam Sujarwo M.Pd

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tesis tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.


 Dr. Muhammad Walid, M.A.
 NIP. 197308232000031002

Lampiran 2 Surat Permohonan Validator Ahli Teknologi dan Desain



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jalan Gajayana 50, Telepon (0341) 552398 Faksimile (0341) 552398 Malang
 http://fitk.uin-malang.ac.id email: fitk@uin-malang.ac.id

Nomor : B-3812/Uj.03/FITK/PP.00.9/10/2025 03 November 2025
 Lampiran : -
 Perihal : Permohonan Menjadi Validator

Kepada Yth.
Prof. Suhartono, M.Kom
 di -
 Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

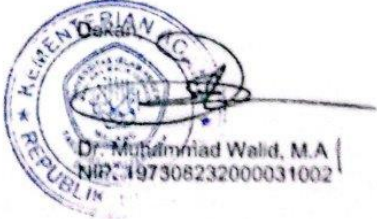
Sehubungan dengan proses penyusunan tesis mahasiswa berikut:

Nama : Rindu Setia Lestari
 NIM : 220108220001
 Program Studi : Magister Pendidikan Matematika (MPMAT)
 Judul Tesis : Pengembangan e-Modul Project Based Learning untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika siswa kelas XI MAN Kota Pasuruan
 Dosen Pembimbing : 1. Dr.Wahyu Hengky Irawan M.Pd
 2. Dr. Imam Sujarwo M.Pd

maka dimohon Bapak/Ibu berkenan menjadi validator tesis tersebut. Adapun segala hal berkaitan dengan apresiasi terhadap kegiatan validasi sebagaimana dimaksud sepenuhnya menjadi tanggung jawab mahasiswa bersangkutan.

Demikian Permohonan ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya yang baik disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.


 Dr. Muhammiad Walid, M.A
 NIP. 197308232000031002

Lampiran 3 Surat Permohonan Validator Ahli Pembelajaran dan Bahasa

LEMBAR VALIDASI E-MODULE

Nama Validator : Prof. Dr. Sumudhi M. Si, Ph.D
 Bidang Keahlian : ☒ Ahli Materi ☐ Ahli Media ☐ Ahli Bahasa ☐ Ahli Pembelajaran ☐ Ahli Teknologi

Instansi :
 Tanggal Penilaian : 28 Februari 2026

PETUNJUK PENGISIAN:

Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Anda:

1 Tidak Valid
 2 Kurang Valid
 3 Cukup Valid
 4 Sangat Valid

No	Aspek yang Dinilai	1	2	3	4
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran			✓	
2	Keakuratan isi materi matematika			✓	
3	Ketersediaan contoh soal yang representatif				✓
4	Materi mudah dipahami siswa kelas XI			✓	
5	Kesesuaian konten matematika				✓
6	Menggunakan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dalam penjabaran			✓	
7	Tampilan layout menarik dan proporsional			✓	
8	Konsistensi desain antar halaman				✓
9	Navigasi mudah dan jelas digunakan			✓	
10	Kesesuaian ilustrasi, warna, dan media interaktif			✓	
11	Kemudahan akses melalui smartphone/komputer			✓	
12	Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa				✓
13	Kejelasan struktur kalimat			✓	
14	Konsistensi penggunaan istilah matematika				✓
15	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia			✓	

Lampiran 4 Lembar Hasil Validasi Materi

16	Kesesuaian dengan prinsip model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>			✓	
17	Penyajian tujuan pembelajaran yang jelas			✓	
18	Keselaran antara kegiatan, materi, dan evaluasi			✓	
19	Kejelasan instruksi kegiatan proyek				
20	Kesesuaian platform Flipbook atau PDF interaktif			✓	
21	Interaktivitas antarmuka e-module			✓	
22	Integrasi media (gambar, video, grafik) yang tepat			✓	
23	Kecepatan akses dan stabilitas tampilan			✓	

KESIMPULAN VALIDATOR

Berdasarkan penilaian di atas, maka **e-module**:

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
☒ Layak digunakan dengan revisi ringan
☐ Perlu revisi menyeluruh
☐ Tidak layak digunakan

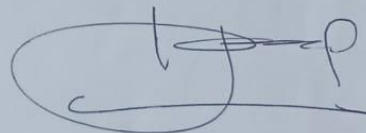
Saran Umum:

.....

.....

.....

Tanda Tangan Validator



Lampiran 5 Lembar Hasil Validasi Teknologi dan Desain

LEMBAR VALIDASI E-MODULE

Nama Validator : .Profesor Dr Suhartono S.Si M.Kom.....
Bidang Keahlian : ☐ Ahli Materi ☐ Ahli Media ☐ Ahli Bahasa ☐ Ahli Pembelajaran ☐ Ahli Teknologi
Instansi : Magister Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.....
Tanggal Penilaian : 19 Nopember 2025.....

PETUNJUK PENGISIAN:

Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Anda:

- 1 Tidak Valid
- 2 Kurang Valid
- 3 Cukup Valid
- 4 Sangat Valid

No	Aspek yang Dinilai	1	2	3	4
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran				✓
2	Keakuratan isi materi matematika				✓
3	Ketersediaan contoh soal yang representatif			✓	
4	Materi mudah dipahami siswa kelas XI				✓
5	Kesesuaian konten matematika				✓
6	Menggunakan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dalam penjabaran				✓
7	Tampilan layout menarik dan proporsional			✓	
8	Konsistensi desain antar halaman			✓	
9	Navigasi mudah dan jelas digunakan			✓	
10	Kesesuaian ilustrasi, warna, dan media interaktif			✓	
11	Kemudahan akses melalui smartphone/komputer			✓	
12	Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa				✓
13	Kejelasan struktur kalimat				✓
14	Konsistensi penggunaan istilah matematika				✓
15	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia				✓

16	Kesesuaian dengan prinsip model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>				✓
17	Penyajian tujuan pembelajaran yang jelas				✓
18	Keselarasan antara kegiatan, materi, dan evaluasi			✓	
19	Kejelasan instruksi kegiatan proyek				✓
20	Kesesuaian platform Flipbook atau PDF interaktif			✓	
21	Interaktivitas antarmuka e-module			✓	
22	Integrasi media (gambar, video, grafik) yang tepat				✓
23	Kecepatan akses dan stabilitas tampilan			✓	

KESIMPULAN VALIDATOR

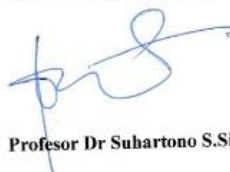
Berdasarkan penilaian di atas, maka **e-module**:

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
☒ Layak digunakan dengan revisi ringan
☐ Perlu revisi menyeluruh
☐ Tidak layak digunakan

Saran Umum:

Perlu untuk latihan beberapa soal sebelum mengerjakan evaluasi agar saat mengerjakan evaluasi percaya diri

Tanda Tangan Validator



Profesor Dr Suhartono S.Si M.Kom

Lampiran 6 Lembar Hasil Validasi Pembelajaran dan Bahasa

LEMBAR VALIDASI E-MODULE

Nama Validator : Dr. MARHAYATI, M.Pd
 Bidang Keahlian : ☐ Ahli Materi ☐ Ahli Media ☒ Ahli Bahasa ☐ Ahli Pembelajaran ☐ Ahli Teknologi

Instansi : UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
 Tanggal Penilaian :

PETUNJUK PENGISIAN:

Beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Anda:

1 Tidak Valid
 2 Kurang Valid
 3 Cukup Valid
 4 Sangat Valid

No	Aspek yang Dinilai	1	2	3	4
1	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran			✓	
2	Keakuratan isi materi matematika			✓	
3	Ketersediaan contoh soal yang representatif		✓		
4	Materi mudah dipahami siswa kelas XI			✓	
5	Kesesuaian konten matematika			✓	
6	Menggunakan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dalam penjabaran		✓		
7	Tampilan layout menarik dan proporsional			✓	
8	Konsistensi desain antar halaman				
9	Navigasi mudah dan jelas digunakan			✓	
10	Kesesuaian ilustrasi, warna, dan media interaktif			✓	
11	Kemudahan akses melalui smartphone/komputer			✓	
12	Bahasa komunikatif dan sesuai dengan usia siswa			✓	
13	Kejelasan struktur kalimat			✓	
14	Konsistensi penggunaan istilah matematika			✓	
15	Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia			✓	

16	Kesesuaian dengan prinsip model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>		✓		
17	Penyajian tujuan pembelajaran yang jelas			✓	
18	Keselarasan antara kegiatan, materi, dan evaluasi			✓	
19	Kejelasan instruksi kegiatan proyek			✓	
20	Kesesuaian platform Flipbook atau PDF interaktif			✓	
21	Interaktivitas antarmuka e-module			✓	
22	Integrasi media (gambar, video, grafik) yang tepat		✓		
23	Kecepatan akses dan stabilitas tampilan				

KESIMPULAN VALIDATOR

Berdasarkan penilaian di atas, maka **e-module**:

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
☒ Layak digunakan dengan revisi ringan
☐ Perlu revisi menyeluruh
☐ Tidak layak digunakan

Saran Umum:

Perbaiki: Bab: 1. Saran: Contoh soal perlu ditambahkan.
 Kurang: Bab: 1. Kegiatan proyek perlu ditambahkan.

Tanda Tangan Validator

Dr. MARHAYATI, N.P.M.

Lampiran 7 Foto-foto Kegiatan Penelitian



Lampiran 8 Instrumen Wawancara Guru

ANALISIS KEBUTUHAN GURU MAN KOTA PASURUAN

Identitas Responden

- Nama:
- Mata Pelajaran yang Diampu:
- Lama Mengajar:
- Kelas yang Diampu Saat Ini:

Pertanyaan Wawancara

1. Apakah selama ini Bapak/Ibu menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*?
2. Menurut bapak/ibu bagaimana pelaksanaan pembelajaran *Project based learning* di MAN Kota Pasuruan?
3. Menurut bapak/ibu Apa saja penyebab/kendala yang sering dihadapi sehingga saat pembelajaran *Project Based Learning*?
4. Apakah pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* sudah disetujui/didukung oleh pengambil kebijakan (Kepala Sekolah)?
5. Apasaja Kebijakan Kepala sekolah untuk mendukung pembelajaran *Project Based Learning* di MAN Kota Pasuruan?
6. Apakah ada Evaluasi dari pelaksanaan pembelajaran menggunakan *Project Based Learning* di MAN Kota Pasuruan?
7. menurut pendapat Bapak/Ibu apakah pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Project based Learning* di MAN Kota Pasuruan sudah Efektif?
8. Apa pendapat Bapak/Ibu tentang penyampaian konsep menggunakan model pembelajaran *project based learning* dalam pembelajaran matematika?
9. Apakah Bapak/Ibu sudah pernah menggunakan media digital seperti e-modul dalam proses pembelajaran terutama saat pembelajaran *Project based learning*?
10. Apa harapan Bapak/Ibu terhadap pembelajaran menggunakan *project based learning* setelah pengembangan e-modul ini?

Jawaban Wawancara

Lampiran 9 Instrumen Wawancara Siswa

97

ANALISIS KEBUTUHAN SISWA MAN KOTA PASURUAN

Identitas Responden

- Nama:
- Kelas:

Pertanyaan Wawancara

1. Apakah di sekolah kamu menggunakan model pembelajaran berbasis proyek atau pembelajaran *project based Learning*?
2. Apakah kamu tahu apa saja tahapan dalam pembelajaran *Project Based Learning*?
3. Menurut kamu, belajar dengan proyek (*Project Based Learning*) itu menyenangkan atau tidak?
4. Apa saja kendala/kesulitan yang sering kamu alami saat melakukan pembelajaran *project based learning*?
5. Apakah Bapak/Ibu/Guru mendukung pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* di sekolahmu?
6. Menurutmu apa saja dukungan Bapak/Ibu Guru agar pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* bisa berjalan dengan baik di sekolahmu?
7. Setiap Selesai pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning*, apakah ada evaluasi dari bapak/ibu guru di sekolahmu?
8. Apakah pembelajaran *project based learning* menurutmu sudah efektif di MAN Kota Pasuruan?
9. Jika akan dibuat e-modul untuk pembelajaran terutama pembelajaran matematika dengan menggunakan tahapan pembelajaran *Project Based Learning* apakah kamu setuju?
10. Apakah harapanmu setelah e-modul pembelajaran *Project Based Learning* sudah dibuat?

Jawaban Wawancara

Lampiran 10 Instrumen Angket Respon Siswa

ANGKET RESPON SISWA TERHADAP E-MODULE

Nama Siswa:

Kelas:

PETUNJUK PENGISIAN:

Bacalah setiap pernyataan berikut, lalu beri tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat kamu.

- 1 Tidak Setuju
- 2 Kurang Setuju
- 3 Setuju
- 4 Sangat Setuju

No	Pernyataan	1	2	3	4
1	E-module ini menarik dan tidak membosankan				
2	Isi e-module mudah dipahami				
3	Tampilan e-module enak dibaca dan menarik perhatian				
4	Saya menyukai cara penyampaian materi yang menggunakan model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i>				
5	E-module membantu saya memahami hubungan antara matematika menggunakan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>				
6	Kegiatan dalam e-module memotivasi saya untuk lebih aktif belajar				
7	E-module mudah diakses melalui <i>smartphone</i> atau perangkat lain				
8	Penjelasan dan contoh soal dalam e-module cukup jelas				
9	E-module ini membantu saya memahami konsep matematika lebih baik dibanding metode biasa				
10	Saya ingin e-module ini digunakan juga untuk pelajaran lainnya				

SARAN UMUM

Tuliskan saran atau pendapat kamu agar e-module ini bisa lebih baik lagi.

.....

.....

Tanda Tangan Siswa

.....

Lampiran 11 e-Modul



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SubhanahuWata'ala, atas rahmat dan Hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan e-modul dengan judul "E-MODUL PROJECT BASED LEARNING: MATEMATIKA KELAS XI" ini dengan baik. E-modul ini disusun sebagai salah satu sumber belajar inovatif bagi peserta didik kelas XI MAN Kota Pasuruan dalam mata pelajaran Matematika.

Perkembangan zaman yang semakin pesat menuntut dunia pendidikan untuk beradaptasi dan menciptakan pembelajaran yang relevan dengan tantangan abad ke-21. E-modul ini hadir sebagai jawaban atas tuntutan tersebut dengan mengintegrasikan dua pendekatan pembelajaran yang powerful dengan pendekatan Project-Based Learning (PBL).

Melalui pendekatan PBL, peserta didik tidak hanya belajar teori matematika, tetapi juga diajarkan untuk menerapkannya dalam sebuah proyek nyata yang memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari. Sementara itu peserta didik melihat bahwa matematika bukanlah ilmu yang berdiri sendiri, tetapi terintegrasi secara sinergis dengan bidang ilmunya, termasuk nilai-nilai keagamaan (Religion) yang menjadi ciri khas madrasah. Diharapkan, melalui kombinasi ini, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, sekaligus memperkuat iman dan taqwa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa e-modul ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, terutama dari rekan sejawat guru, orang tua, dan peserta didik, sangat diharapkan untuk penyempurnaan e-modul ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penyusunan e-modul ini. Semoga e-modul ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi peningkatan kualitas pembelajaran Matematika di MAN Kota Pasuruan dan dapat menginspirasi peserta didik untuk mencintai matematika serta melihatnya sebagai ilmu yang menyenangkan dan aplikatif dalam kehidupan.

Pasuruan, 17 November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
CP (CAPAIAN PEMBELAJARAN)	4
TP (Tujuan Pembelajaran)	4
ATP (Alur Tujuan Pembelajaran)	4
DIMENSI PROFIL LULUSAN	4
TEMA KURIKULUM CINTA	4
Peta Konsep	5
QUESTION	5
PERSANDINGAN TRIGONOMETRI	6
SUDUT BERELASI	8
IDENTITAS TRIGONOMETRI	11
Grafik Fungsi Trigonometri	14
MENG GAMBAR GELOMBANG DENGAN GEOGEBRA	19
Evaluasi	21
GLOSARIUM	2
DAFTAR PUSTAKA	3
KUNCI JAWABAN	4

BAB 5 FUNGSI TRIGONOMETRI

CP (CAPAIAN PEMBELAJARAN)

Peserta didik dapat menyatakan fungsi trigonometri menggunakan lingkaran satuan, memodelkan fenomena periodik dengan fungsi trigonometri, dan membuktikan serta menerapkan identitas trigonometri dan aturan cosinus dan sinus.

TP (Tujuan Pembelajaran)

- Menentukan perbandingan trigonometri yang benar
- Menggeneralisasi nilai trigonometri untuk sudut-sudut di berbagai kuadran dan sudut-sudut berelasi
- Membuktikan serta menerapkan identitas trigonometri
- Menentukan fungsi dari grafik fungsi trigonometri

ATP (Alur Tujuan Pembelajaran)

- Peserta didik dapat menentukan perbandingan trigonometri dengan benar
- Peserta didik dapat menggeneralisasi nilai trigonometri untuk sudut-sudut di berbagai kuadran dan sudut-sudut berelasi dengan tepat
- Peserta didik dapat membuktikan serta menerapkan identitas trigonometri dengan sistematis
- Peserta didik dapat menentukan fungsi dari grafik fungsi trigonometri dengan tepat

DIMENSI PROFIL LULUSAN

- Berakhlakitis
- Kreativitas
- Keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan yang Maha Esa

TEMA KURIKULUM CINTA

- Cinta kepada Allah: (Hubbulillah)
- Cinta kepada lingkungan: (HubbulBilah)

FUNGSI TRIGONOMETRI

PetaKonsep

QUESTION

Gambar 1.1

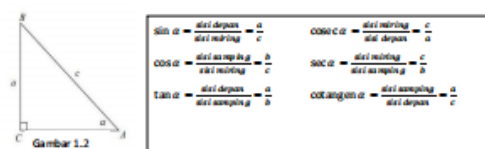
Pernahkah kamu menghitung tinggi sebuah menara? Bagaimana kamu menghitung tinggi menara tersebut? Apakah kamu akan membawa mistar dan mengukur menara itu? Tapi tahukah kamu jika menghitung tinggi benda cukup diketahui jarak dan sudutnya saja? Apakah kamu bisa ini dinamakan fungsi trigonometri?

5

A PERBANDINGAN TRIGONOMETRI

Perbandingan Trigonometri digunakan untuk menghitung panjang sisi atau besar sudut yang tidak diketahui dalam segitiga dan memiliki aplikasi luas dalam fisika, teknik, geometri, dan kalkulus. Perbandingan Trigonometri terdiri dari sinus($\sin$), cosinus($\cos$), tangen($\tan$), cotangen($\cot$), secan($\sec$), dan cosecant ($\csc$). Sinus ($\sin$) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Cosinus($\cos$) merupakan perbandingan antara sisi samping sudut dengan sisi miring segitiga siku-siku. Tangen($\tan$) merupakan perbandingan antara sisi depan sudut dengan sisi samping sudut dalam segitiga siku-siku. Sedangkan secara terbalik, cosecant ($\csc$), secan ($\sec$), dan Cotangen ($\cot$), merupakan kebalikan dari sinus, cosinus, dan tangen.

Agar lebih mengerti kita perhatikan Gambar 1.1. Dimana Gambar 1.1 merupakan interpretasi dari segitiga siku-siku. Terdapat beberapa komponen dalam Gambar 1.1 diantaranya jarak, tinggi dan Pandangan mata ke puncak. Jika kita misalkan tinggi menara merupakan sisi depan = a , jarak merupakan sisi samping = b dan pandangan mata sisi miring = c . Selanjutnya perhatikan Gambar 1.2 yang berisi rumus-rumus Perbandingan Trigonometri.



Agar lebih mengerti yuk kita perhatikan *Example 1* yang berisi tentang cara menghitung tinggi Menara Eiffel dari interpretasi Gambar 1.1 dengan menggunakan Rumus Perbandingan Trigonometri.



EXAMPLE 1

Berdasarkan Gambar 1.1 diketahui jarak antara pengamat dengan Menara Eiffel adalah $330\sqrt{3}$ meter. Jika pengamat mengamati dengan klinometer dengan sudut 30° maka tinggi Menara Eiffel adalah

Diketahui : Jarak pengamat dengan Menara Eiffel (sisi samping) $= 330\sqrt{3}$

Sudut di klinometer (Sudut elevasi α) $= 30^\circ$

Ditanya : Tinggi Menara Eiffel (sisi depan) ?

Jawab:

Untuk mencari tinggi kita membutuhkan salah satu perbandingan trigonometri yaitu Tan α . Dikarenakan tan α memiliki komposisi yang dibutuhkan yaitu

$$\tan \alpha = \frac{\text{Sisi Depan}}{\text{Sisi Samping}}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{z}{330\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{z}{330\sqrt{3}}$$

$$z = \frac{1}{2} \times 330\sqrt{3}$$

$$z = 165\sqrt{3}$$

$$z = 285 \text{ meter}$$

Setelah melihat example 1 untuk lebih memahami tentang perbandingan fungsi trigonometri yuk kita lihat video dibawah ini atau klik link berikut



Video pembelajaran



<https://www.youtube.com/watch?v=4V0dG7Swp4I>

Setelah memahami example 1 dan melihat video pembelajaran ayo kita lanjutkan mengerjakan Practice 2 di bawah ini



PRACTICE 1

Sebelum melihat Example 1 yuk kita cari tinggi menara Eiffel jika jarak pengamat tetap $330\sqrt{3}$ tetapi sudutnya berubah menjadi 45° dan 60° . Apakah tinggi menara Eiffel akan tetap sama? Agar lebih mengerti ayo kita kerjakan lembar kerja dengan scan QR di bawah ini.



<https://forms.gle/11paw8Wm5s7AK5>

Jika belum mendapat nilai KKM (75). Silakan ulang pengerjaannya

B

SUDUT BERELASI

Sudut berelasi adalah Sudut-sudut dalam fungsi trigonometri yang dibagi berdasarkan sumbu dan y pada bidang Kartesius dibatasi empat kuadran. Dimana setiap kuadran memiliki rentang sudut dan tanda fungsi trigonometri yang berbeda. Rentangan sudut pada setiap kuadran dapat di perhatikan dalam gambar 2.1 berikut



Gambar 2.1

Gambar 2.1 menunjukkan pembagian sudut dalam sistem koordinat kartesius ke dalam 4 kuadran berdasarkan besar sudut α . Kuadran I terletak di kasan atas dengan besar sudut antara $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ atau $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ oleh karena itu untuk mencari sudut berelasi yang sudutnya ada di kuadran I menggunakan $(90^\circ - \alpha)$. Untuk mengetahui nilai sinus dan tan kita lihat gambar berikut :

C

IDENTITAS TRIGONOMETRI

Identitas Trigonometri adalah Pernyataan yang melibatkan fungsi trigonometri (sinus, cosinus, tangen, dll.) dan berlaku untuk semua nilai sudut yang memenuhi pernyataan tersebut. Identitas ini penting untuk menyederhanakan ekspresi, menyelesaikan persamaan, dan membuktikan hubungan dalam trigonometri. Ada beberapa hubungan dalam Trigonometri yang telah diulas dalam pembahasan Trigonometri dan terdapat Gambar 1.2.

$$\sin \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{diagonal}} = \frac{a}{c} \quad \cos \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{diagonal}} = \frac{c}{a}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{depan}} = \frac{a}{b} \quad \sec \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{depan}} = \frac{c}{b}$$

Dari Gambar 1.2 kita bisa dapatkan hal sebagai berikut :

$$\text{Jika } \sin \alpha = \frac{a}{c} \quad \text{Jika } \cos \alpha = \frac{b}{c}$$

$$\text{Maka } a = c \sin \alpha \quad \text{Maka } b = c \cos \alpha$$

$$\text{Sehingga } \tan \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{depan}} = \frac{a}{b} = \frac{c \sin \alpha}{c \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Dari rumus numerus diatas dapat kita tulis:

$$\cotangente = \frac{\text{depan}}{\text{depan}} = \frac{b}{a} = \frac{c \cos \alpha}{c \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Rumus diatas dapat dikembangkan kembali menjadi $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ dengan cara :

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \left(\frac{\text{depan}}{\text{diagonal}} \right)^2 + \left(\frac{\text{depan}}{\text{diagonal}} \right)^2$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \left(\frac{a}{c} \right)^2 + \left(\frac{b}{c} \right)^2$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{a^2 + b^2}{c^2} \quad \text{Dalam teorema Pythagoras: } a^2 + b^2 = c^2 \text{ jadi}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{c^2}{c^2} = 1$$

dari rumus $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ bisa dikembangkan menjadi rumus yang lain dengan cara :

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \text{ bagi kedua ruas dengan } \cos^2 \alpha$$

$$\frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \text{karena } \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \text{ dan } \frac{1}{\cos \alpha} = \sec \alpha$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \sec^2 \alpha$$

Untuk lebih memahami Identitas Trigonometri kita simak Example 3 dibawah ini yuk salah satu pembuktian dari identitas trigonometri dari rumus numerus diatas yang ditulis diatas

DOKU PIR

11



Example -3



Buktikan $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$ dengan bantuan gambar diatas

Dari gambar diatas diketahui hal-hal sebagai berikut

$$\sin \alpha = \frac{h}{a} \quad \sin \beta = \frac{h}{b} \quad \cos \alpha = \frac{p}{a} \quad \cos \beta = \frac{q}{b}$$

$$p = b \sin \alpha \quad q = a \sin \beta \quad h = b \cos \alpha \quad h = a \cos \beta$$

Ingat lagi rumus mencari luas segitiga

$$L_{\triangle ABC} = L_{\triangle ADC} + L_{\triangle BDC}$$

$$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times p \times h + \frac{1}{2} \times q \times h \text{ substitusikan hal-hal yang diketahui ke rumus}$$

$$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times b \sin \alpha \times b \cos \beta + \frac{1}{2} \times a \sin \beta \times b \cos \alpha \quad \text{karena } h = b \cos \alpha$$

$$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times ab \times \sin \alpha \cos \beta + \frac{1}{2} \times ab \times \sin \beta \cos \alpha$$

$$\frac{1}{2} \times ab \times \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} \times ab \times \sin \alpha \cos \beta + \frac{1}{2} \times ab \times \sin \beta \cos \alpha \text{ hilangkan yang sama}$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha$$

Setelah melihat example 3 yuk kita lihat Video Penjelasan dibawah ini agar lebih memahami identitas trigonometri :



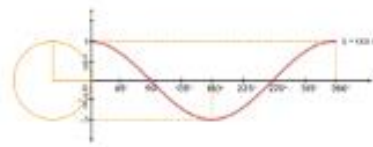
Video pembelajaran



https://www.youtube.com/watch?v=3ZCZr_P5w <https://www.youtube.com/watch?v=ca9r588G8e30s>

PANDU PIR

12



c. Tajuk lain



Dari gambar grafik sin dan cos di atas, sudah pasti terbayang mental untuk yang sama satu nilai maksimum dan nilai minimum di satu y yang mana jika nilai maksimum dan nilai minimum di sumbu y di kurangkan dan di bagi 2 akan menjadi **amplitudo** (jangkauan maksimum). Selain nilai maksimum dan nilai minimum di sumbu y , grafik sin dan cos juga memiliki titik puncak dan titik jurang. **Titik puncak** adalah titik maksimum atau titik tertinggi dari grafik fungsi trigonometri. Sedangkan **Titik Jurang** adalah titik terendah atau titik minimum dari grafik fungsi trigonometri. Jika titik puncak dan titik jurang dikurangkan lalu dikali 2 dan menjadi pembagi dan sudut satu putaran atau sudut 360° maka hasilnya seperti ini disebut **periode**. Grafik fungsi trigonometri sin dan cos berbentuk gelombang yang bisa naik-turun dan bergeser ke kanan-kiri. Berbeda dengan grafik fungsi sin dan cos, grafik fungsi tan **tidak memiliki amplitudo**, gelombang tidak bergerak naik-turun dan bergeser kiri-kanan tetapi masih memiliki periode harus dicari untuk mencari periodiknya yang dibagi bukar sudut 360° melainkan sudut 180° dengan dua kali titik maksimum yang dikurangkan dengan nilai minimum.

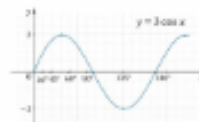
KIRI: PIR

30

Setelah kita menggambar grafik fungsi sin dan cos, lagi telah mengerti kita akan grafik fungsi trigonometri berikut :

$$f(x) = 3 \cos x$$

x	30°	45°	60°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
$3 \cos x$	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	$\frac{3}{2}\sqrt{2}$	$\frac{3}{2}$	0	$-\frac{3}{2}\sqrt{2}$	-3	$-\frac{3}{2}\sqrt{2}$	0	$\frac{3}{2}\sqrt{2}$	3



$$f(x) = 3 \cos 2(x - 45^\circ)$$

x	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
$3 \cos 2x$	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	3	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	0	-3	0	$\frac{3}{2}\sqrt{3}$	3



Dari kedua gambar diatas kita bisa melihat perubahan amplitudo, periode dan bentuk grafik dari penggeseran kanan-kiri maupun penggeseran keatas dan kebawah, setiap perubahan periode dan amplitudo maka naik-turun grafik dan penggeseran naik-turun berbeda. Setelah menyimak cara menggambar grafik fungsi kuadrat, kalian pasti penasaran bagaimana cara mencari fungsi trigonometri jika yang diketahui grafiknya untuk itu kita simak example 4

KIRI: PIR

31

Example-4



Untuk mencari nilai C kita tentukan dulu satu titik (x, y)
Masukkan pada rumus umum cosinus karena grafik ada 0

$$y = A \cos B(x \pm C) \pm D$$

$$-3 = 3 \cos 2(x \pm C)$$

$$-1 = \cos 2(180^\circ/2^\circ)$$

$$2(180^\circ/2^\circ) = 360^\circ \text{ atau } 0^\circ$$

$$2x = 360^\circ - 180^\circ$$

$$2x = 180^\circ$$

$$x = 90^\circ$$

jadi persamaan yang benar
 $y = 3 \cos 2(x - 45^\circ)$

Setelah gelombang di gambarkan seperti grafik diatas. Dikalo grafik memiliki fungsi. Carilah fungsi dari gelombang di samping

$$A = \frac{y_{\text{maks}} - y_{\text{min}}}{2} = \frac{3 - (-3)}{2} = 3$$

$$B = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi} = 2$$

$$D = \frac{y_{\text{maks}} + y_{\text{min}}}{2} = \frac{3 + (-3)}{2} = 0$$

Agar lebih mengerti cara menggambar dan mencari fungsi trigonometri jika diketahui grafiknya mari kita simak video pembelajaran di bawah ini

Video pembelajaran



https://www.youtube.com/watch?v=3TtL2WQ_d3U



<https://www.youtube.com/watch?v=17t6kA47gU>

Setelah melihat video pembelajaran di atas kita dapat menyimpulkan bahwa jika amplitudo (simpangan maksimum) diketahui A, periode (jarak satu gelombang) di misalkan B. Gelombang kanan-kiri atau pergeseran dari nilai di misalkan C, dan Pergeseran

nah-turun kita misalkan D maka besaran umum rumus umum persamaan trigonometri bisa ditulis sebagai berikut :

$$y = A \sin B(x \pm C) \pm D$$

$$y = A \cos B(x \pm C) \pm D$$

$$y = A \tan B(x \pm C) \pm D$$

Setelah mengetahui rumus umumnya, untuk mencari Fungsi dari suatu grafik fungsi kita juga bisa menggunakan pedoman di bawah ini :

Fungsi	Amplitudo (A)	Periode (B)	Kanan-kiri (C)	Maka-turun (D)
$y = A \sin B(x \pm C) \pm D$	$A = \frac{y_{\text{maks}} - y_{\text{min}}}{2}$	$B = \frac{2\pi}{T(\text{jarak satu gelombang})}$ $D = \frac{y_{\text{maks}} + y_{\text{min}}}{2}$	1. Pilih salah satu titik (x,y)	Dit $x_{\text{maks}} = A$
$y = A \cos B(x \pm C) \pm D$	$A = \frac{y_{\text{maks}} - y_{\text{min}}}{2}$	$B = \frac{2\pi}{T(\text{jarak satu gelombang})}$ $D = \frac{y_{\text{maks}} + y_{\text{min}}}{2}$	2. Masukkan ke persamaan 3. Sederhanakan 4. Akan ada persamaan atau fungsi dari grafik trigonometri	Dit $x_{\text{maks}} = A$
$y = A \tan B(x \pm C) \pm D$	Tidak ada	$B = \frac{2\pi}{T(\text{jarak satu gelombang})}$	Tidak ada	Tidak ada

Project technology

MENGAMBAR GELOMBANG DENGAN GEOGEBRA

Alat dan Bahan:

- LAPTOP/HP
- Aplikasi Geogebra : <https://www.geogebra.org/>

Langkah Pembuatan:

- Pembuatan kelompok berisi 4 orang
- Buka aplikasi geogebra
- Masukkan fungsi : $\sin x$, $2 \sin x$, $2 \sin(x/90^\circ)$
- Gambar pada geogebra
- Begitulah bentuk Grafiknya ? apa kesamaan dan perbedaannya?
- Lalu gambar Fungsi yang sama dengan cara manual
- Apakah grafik pada geogebra dan gambar manual sama?
- Jika tidak sama apa perbedaan dan kesamaannya?
- Kumpulkan kode QR drive dengan scan barcode di bawah ini



Jadwal proyek

20 menit pertama	Pembuatan kelompok dan Persiapan alat dan bahan
Menit ke 20-40	Menggambar grafik dengan geogebra
Menit ke 40-60	Menggambar grafik dengan manual
Menit ke 60-90	Presentasi hasil produk

© 2020 KEMENDIKBUD

10

RANGKUMAN

- Fungsi trigonometri adalah fungsi matematika yang menghubungkan sudut dan nilai-nilai seperti sinus, kosinus, tangen, sekans, kosekans, dan kosekans.
- Sudut-sudut dalam fungsi trigonometri dibagi berdasarkan simbol deret pada bidang kartesius dalam empat kuadran.

Kuadran I	Kuadran II	Kuadran III	Kuadran IV
$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(90^\circ - \theta) = \cot \theta$ $\cot(90^\circ - \theta) = \tan \theta$	$\sin(90^\circ + \theta) = \cos \theta$ $\cos(90^\circ + \theta) = -\sin \theta$ $\tan(90^\circ + \theta) = -\cot \theta$ $\cot(90^\circ + \theta) = \tan \theta$	$\sin(180^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\tan(180^\circ - \theta) = -\tan \theta$ $\cot(180^\circ - \theta) = -\cot \theta$	$\sin(270^\circ - \theta) = -\cos \theta$ $\cos(270^\circ - \theta) = \sin \theta$ $\tan(270^\circ - \theta) = -\cot \theta$ $\cot(270^\circ - \theta) = \tan \theta$

- Identitas trigonometri adalah persamaan yang memuat fungsi-fungsi trigonometri dan berlaku untuk setiap nilai variabel yang diberikan.

Rumus Identitas Trigonometri

$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$ $\sec^2 \theta = 1 + \tan^2 \theta$ $\csc^2 \theta = 1 + \cot^2 \theta$	$\sin(\theta \pm \phi) = \sin \theta \cos \phi \pm \cos \theta \sin \phi$ $\cos(\theta \pm \phi) = \cos \theta \cos \phi \mp \sin \theta \sin \phi$ $\tan(\theta \pm \phi) = \frac{\tan \theta \pm \tan \phi}{1 \mp \tan \theta \tan \phi}$	$\sin(2\theta) = 2 \sin \theta \cos \theta$ $\cos(2\theta) = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta$ $\tan(2\theta) = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}$
---	---	---

- Grafik fungsi trigonometri adalah visualisasi hubungan sudut dengan nilai fungsi (sin, cos, tan) yang menunjukkan pola berulang.

Fungsi	Amplitudo	Periode	Nilai Maksimum	Nilai Minimum
$y = \sin(x)$	1	2π	1	-1
$y = \cos(x)$	1	2π	1	-1
$y = \tan(x)$	Tidak ada	π	Tidak ada	Tidak ada

© 2020 KEMENDIKBUD

10



1. Sebuah bangun memiliki bentuk seperti gambar berikut :



Jika Antara rusuk e dan d yang saling berpotongan membentuk sebuah sudut yang di simbolkan dengan θ , dan diketahui $\cos \theta = \frac{3}{5}$ maka panjang rusuk e adalah ?

- $\sqrt{5}$
- $5\sqrt{5}$
- $6\sqrt{5}$
- $7\sqrt{5}$
- $4\sqrt{5}$

2. Dari soal nomor 1 jika $\cos \theta = \frac{3}{5}$ maka $\sin^2 \theta$ akan ekuivalen dengan persamaan yang mana?

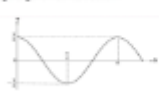
- $\frac{e^2 - d^2}{d^2 + e^2}$
- $\frac{e^2 + d^2}{e^2 + d^2}$
- $\frac{e^2 - d^2}{e^2 + d^2}$
- $\frac{e^2 + d^2}{e^2 - d^2}$
- $\frac{e^2 - d^2}{e^2 - d^2}$

3. Jika diketahui sudut $\theta = 70^\circ$ dimana $\sin 70^\circ = p$ sedangkan $\cos 70^\circ = q$. Maka nilai $\cos 110^\circ = \cos 160^\circ + \sin 200^\circ$ ekuivalen dengan

- $p - q$
- $p + q$
- $2p$
- $2q$
- $2p - 2q$

4. Periksa apakah pernyataan identitas trigonometri berikut $\sin^2 \theta = \frac{\cos 2\theta + 1}{2}$ bernilai benar? Coba buktikan!

5. Grafik fungsi trigonometri digambarkan sebagai berikut, Carilah persamaan dari grafik fungsi trigonometri tersebut...



GLOSARIUM

Kata	Pengertian
Pengal	Hubungan antara dua himpunan dimana setiap anggota pada himpunan pertama dipasangkan tepat satu dengan anggota pada himpunan kedua
Model Project Based Learning (PjBl)	Model pembelajaran yang menekankan kegiatan belajar melalui pengajaran proyek untuk menghasilkan produk atau solusi terhadap suatu masalah
Penelitian Matematika	Proses menjeramahkan permasalahan nyata ke dalam bentuk model matematika agar dapat di analisis dan diselesaikan
Proyek	Tugas atau kegiatan yang dirancang untuk menghasilkan produk, laporan, atau solusi melalui proses investigasi

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, I. 2003. *Algebra and Trigonometry*. Texas: Rice University.
- Abubakar, A. S., & Faruq, R. A. 2016. *Teknik Fotografi dalam Aplikasi WhatsApp*. Yogyakarta: Universitas Android Yogyakarta.
- Andersson, T., & Andrica, D. 2006. *Complex Numbers from A to Z*. United States of America: Birkhäuser USA.
- Anton, W., & Rorres, C. 2014. *Elementary Linear Algebra* (11th ed.). Canada: Anton Textbooks, Inc.
- Aufmann, R. N., Barker, V. C., & Nation, R. D. 2011. *College Algebra and Trigonometry* (1th ed.). USA: Brooks/Cole Publishing Company.
- B.R Nasrindarti Matematika Tingkat Lanjut SMA/MA XI Kurikulum Merdeka, Jakarta : Erlangga, 2021.
- Deby, E., & Samudry, E. 2020. *Fungsi Variabel Kompleks*. Jakarta: Bumi Aksara Desember. 2012.
- Matematika Terapan untuk Bisnis dan Ekonomi. Yogyakarta: BPFE.
- Eric Belmont et al. 2012. *Pre-Calculus 12*. McGraw-Hill Ryerson.
- Goode, S.W. 2006. *Differential Equations and Linear Algebra* (2nd ed.). New Jersey: Prentice-hall, Inc.
- Holliday, Lucien, Curcio, Carter, Marks, Day, Casey, & Mayek. 2008. *Algebra 2*. New York: Glencoe/McGraw Hill.
- Isigunah. 2020. *Modul Matematika Penunjang Kelas XI KD 3.4*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Krisanto, Y. D. 2016. *Matematika Langkah Demi Langkah untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Grafindo.
- Krisanto, Y. D., & Samosa, E. R. 2017. *Ajalar dan Trigonometri*. Yogyakarta: Sanata Dharma University Press.
- Larson, R., & Falvo, D.C. 2009. *Elementary Linear Algebra* (8th ed.). USA: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.
- Martin-Gay, E. 2013. *Intermediate Algebra* (8th ed.). Boston: Pearson.
- MAARIF, B., Wolf, W., Baharini, E., Johnson, B., Zaraki, C. 2012. *Pre-Calculus 12*. Canada: McGraw-Hill Ryerson Ltd.
- Morrison, K., & Hurnshaw, N. 2015. *Cambridge IGCSE Mathematics Core and Extended Coursebook with CD-ROM*. Cambridge University Press.
- Purcell, E.J., III, dkk. 2007. *Calculus: 9th Edition*. Prentice Hall, Inc.
- Rasuch. 1982. *Geometri Transformasi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Smith, M.S., & Stein, M.K. 2018. *5 Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions* (2nd ed.). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

E-Modul PBL

5

KUNCI JAWABAN

Practice 1

1. $\tan 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{330-3}}$
 $t = \sqrt{330-3}$
 $t = \sqrt{330-3}$
 $t = \sqrt{330-3}$
2. $\tan 60^\circ = \frac{1}{\sqrt{330-3}}$
 $t = \sqrt{330-3}$
 $t = \sqrt{330-3}$
 $t = 990$

Practice 2

1. $\sin 30$
2. $\tan 45$
3. $\sin 60$
4. $\cos 30$
5. $\cos 60$
6. $\sin 45$
7. $\cos 30$
8. $\tan 35$
9. $\cos 50$
10. $\sin 20$

Evaluasi

1. $\cos \theta = \frac{1}{2} = \frac{\cos \theta}{\cos \theta}$
 Sehingga dapat
 $\frac{1}{2} \sqrt{1+\sin^2 \theta} = \frac{\cos \theta}{\cos \theta} \sqrt{1+\sin^2 \theta} = \frac{1}{2} \sqrt{1+\sin^2 \theta}$
 $\sqrt{1+\sin^2 \theta} = 2$
 $1+\sin^2 \theta = 4$
 $\sin^2 \theta = 3$
 $\sin \theta = \sqrt{3}$
 $\sin 110^\circ = \sin (180^\circ - 70^\circ) =$
 $= \sin 70^\circ = q$
 $\sin 200^\circ = \sin (180^\circ + 20^\circ) = -\sin 20^\circ$
 $\sin 20^\circ = \sin (90^\circ - 70^\circ) = \cos 70^\circ = q$
 $\sin 160^\circ = -\cos (180 - 160) =$
 $= -\cos 20 = -\sin 70 = -\frac{1}{2}$
 $\cos 130^\circ = \cos 60^\circ + \sin 200^\circ = -q =$
 $= -\frac{1}{2} + q = p - q$

Practice 3

1. $\cos^2 x$
2. $\sin^2 x$
3. $\cos^2 x$
4. $\sin^2 x$
5. $\cos^2 x$
6. $\sin^2 x$
7. $\sin^2 x$
8. $\cos^2 x$
9. $\cos^2 x$
10. $\sin^2 x$
11. $\cos^2 x$
12. $\sin^2 x$
13. $\sin^2 x$
14. $\cos^2 x$
15. 1
16. $\cos^2 x$
17. $\sin^2 x$
18. $\sin^2 x$
19. $\sin^2 x$
20. $\sin^2 x$

4. $\sin^2 \theta = \frac{\cos^2 \theta - 1}{\cos^2 \theta}$ inget bahwa 1 = $\frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta}$
 $\cos^2 \theta = \sec^2 \theta$ sehingga $\sin^2 \theta = 1 - \frac{1}{\sec^2 \theta}$
 $\cos^2 \theta$ substitusikan $\frac{\cos^2 \theta - 1}{\cos^2 \theta} = \frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta}$
 inget bahwa $\frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta} = 1$ dan $\sec^2 \theta = \frac{1}{\cos^2 \theta}$
 sehingga
 $\frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{\cos^2 \theta - 1}{\cos^2 \theta} + \frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta}$
 $\frac{\cos^2 \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{\cos^2 \theta - 1}{\cos^2 \theta} + 1$
 $\sin^2 \theta$
5. nilai max = $\frac{1}{2}$
 nilai min = $-\frac{1}{2}$
 $A = \frac{1}{2}$
 $P = \frac{1}{2} = 2$
 Karena grafik mulai dari titik puncak saat $x=0$ maka formula fungsi cosinus jadi persamaannya $y = \frac{1}{2} \cos 2x$

E-Modul PBL

6

<https://online.fliphtml5.com/ubokv/dbxm/>


RIWAYAT HIDUP



Nama : Rindu Setia Lestari
 NIM : 220108220001
 Tempat/Tanggal Lahitr : Sidoarjo, 3 Agustus 1988
 Alamat : Perumahan Nuansa Candi 6 Blok P/67 Petahunan
 E-mail : rindu_setia@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD	: SDN Kejapanan 2 Gempol	(1994-2000)
SMP	: SLTPN 2 Sidoarjo	(2000-2003)
SMA	: SMAN 1 Porong	(2003-2006)
S-1	: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya	(2007-2012)
S-2	: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang	(2023-2026)

