

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas secara mendalam mengenai jenis penelitian dan metode pengembangan yang diterapkan dalam studi ini. Penjelasan akan difokuskan pada tahapan-tahapan penting dalam proses penelitian, mulai dari desain penelitian yang digunakan, penentuan subjek penelitian, langkah-langkah pengembangan, metode serta instrumen pengumpulan data, hingga teknik yang diterapkan dalam menganalisis data. Semua aspek ini akan dijelaskan secara sistematis agar pembaca mendapatkan gambaran yang jelas mengenai proses dan alur penelitian yang dilakukan. Adapun fokus utama pengembangan dalam penelitian ini adalah merancang serta mengimplementasikan e-modul masalah yang digunakan pada mata kuliah statistik industri. Pengembangan e-modul ini bukan hanya sekadar inovasi dalam penyampaian materi, namun juga bertujuan capaian kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa. Dengan adanya e-modul ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran, terbiasa berpikir kritis dalam memecahkan permasalahan nyata di bidang industri, serta memiliki kemandirian belajar yang baik dalam mengelola proses belajar mereka sendiri.

Dalam bab ini, setiap tahapan metode pengembangan akan dijabarkan secara rinci, mulai dari identifikasi kebutuhan, desain awal, pengembangan produk, uji kelayakan, hingga evaluasi implementasi di kelas. Selain itu, akan dipaparkan pula bagaimana instrumen penelitian disusun dan digunakan untuk mengukur efektivitas e-modul yang dikembangkan, baik dari segi peningkatan kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa. Dengan demikian, bab ini diharapkan dapat memberikan pemahaman komprehensif mengenai landasan metodologis penelitian sekaligus menegaskan kontribusi penelitian terhadap

pengembangan bahan ajar berbasis digital yang inovatif dan relevan untuk kebutuhan pendidikan di era modern.

3.1 Desain Penelitian

Penelitian mengembangkan bahan ajar berupa e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah. E-modul ini dirancang khusus sebagai sarana pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir statistik sekaligus menumbuhkan kemandirian belajar pada mahasiswa Teknik Industri. Dalam merancang e-modul tersebut, peneliti tidak hanya sekedar menyusun materi digital, tetapi juga secara aktif menjalankan proses validasi dan uji coba produk. Proses validasi dilakukan dengan melibatkan para ahli untuk menilai kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, serta tampilan grafis e-modul, sehingga dapat dipastikan bahwa produk yang dihasilkan telah memenuhi standar akademik dan pedagogik yang diperlukan.

Selain validasi oleh para ahli, peneliti juga melaksanakan uji coba langsung bersama mahasiswa, agar e-modul yang dikembangkan dapat diuji efektivitas dan kemudahan penggunaannya dalam konteks pembelajaran nyata. Seluruh proses pengembangan, mulai dari perencanaan, desain, hingga evaluasi, dilakukan secara sistematis dan terstruktur sesuai dengan kaidah *research and development*. Dengan pendekatan yang terarah ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan sebuah e-modul yang tidak hanya baru dari segi konsep, tetapi juga praktis dan aplikatif bagi kebutuhan mahasiswa Teknik Industri di era pembelajaran digital saat ini.

Melalui rangkaian proses yang terencana ini, diharapkan e-modul statistik berbasis masalah yang dikembangkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam memfasilitasi pembelajaran, memperkuat penguasaan konsep statistik, serta membekali mahasiswa dengan kemampuan untuk belajar secara mandiri dan kritis dalam menghadapi berbagai tantangan di dunia industri dan profesi mereka ke depan.

Pada setiap tahap pengembangan e-modul, peneliti memperhatikan secara cermat karakteristik yang diperlukan agar bahan ajar digital yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik mahasiswa Teknik Industri. Oleh

karena itu, pengembangan e-modul dalam penelitian ini disesuaikan dengan konteks dan tantangan yang dihadapi oleh mahasiswa pada program studi tersebut. Dalam upaya mencapai tujuan penelitian, peneliti menggunakan model pengembangan yang dikembangkan oleh Plomp (2013) sebagai acuan utama di setiap tahapannya. Model pengembangan Plomp menekankan pentingnya merancang atau mengembangkan intervensi, seperti program pembelajaran, strategi, produk, atau sistem pendidikan, dengan tujuan utama memecahkan permasalahan kompleks di dunia pendidikan serta meningkatkan pemahaman terkait karakteristik intervensi dan proses perancangannya (Plomp & Nieveen, 2007).

Oleh karena itu, penelitian ini mengadopsi prinsip-prinsip desain penelitian dari Plomp, dengan hasil utama berupa e-modul statistik berbasis problem based learning yang dirancang untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Pemilihan model Plomp dirasa tepat, karena menawarkan pendekatan yang sistematis, mulai dari tahap perancangan hingga pengembangan produk, sehingga proses pengembangan e-modul berjalan terstruktur dan teruji. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan bahan ajar digital inovatif yang relevan dengan kebutuhan mahasiswa di era pendidikan modern.

Desain penelitian dalam studi ini merujuk pada konsep Educational Design Research yang dikembangkan oleh Tjeerd Plomp (Plomp & Nieveen, 2007). Tahapan-tahapan dalam penelitian ini akan dipaparkan secara rinci pada Tabel 3.1, di mana tabel tersebut memuat uraian mengenai setiap fase, kriteria, serta aktivitas yang akan dilakukan selama proses penelitian. Dengan demikian, pembaca dapat memperoleh gambaran yang jelas terkait alur dan kegiatan pada setiap tahapan pengembangan dalam penelitian ini.

Tabel 3.1 Kriteria evaluasi berdasarkan setiap tahapan dalam desain penelitian

Fase	Kriteria	Deskripsi aktivitas
Preliminary research	Penekanan pada validasi isi	Analisis kebutuhan dan studi literatur dilakukan sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi permasalahan serta memperoleh landasan teoritis yang relevan dengan pengembangan e-modul.
Prototyping stage	Fokus diarahkan pada peningkatan praktikalitas, yang secara bertahap juga memperhatikan aspek efisiensi dalam penerapannya.	Proses pengembangan <i>prototype</i> melibatkan tahapan uji coba, diikuti dengan revisi yang didasarkan pada hasil evaluasi.
Assessment phase	Praktikalitas dan efisiensi	Penilaian difokuskan pada kemampuan pengguna dalam memanfaatkan produk, khususnya pada aspek praktikalitas hingga efektivitas penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran.

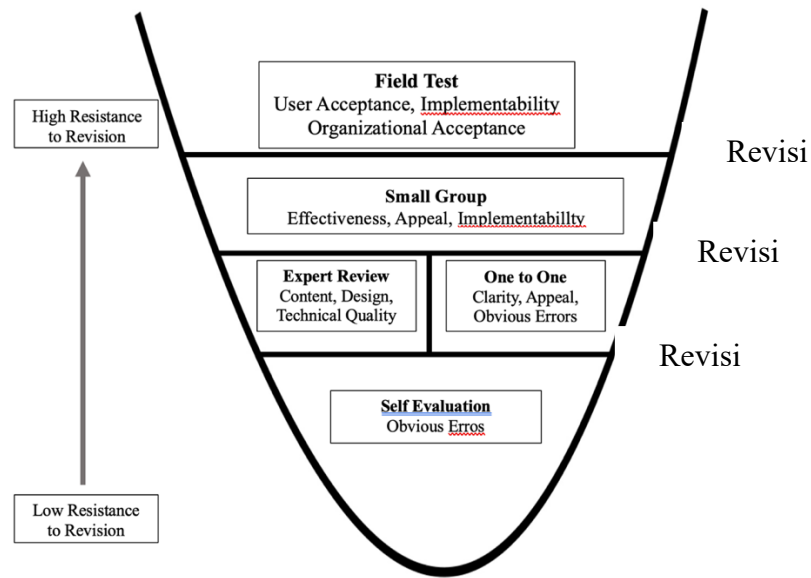
Sumber : Plomp (2013,)

Desain penelitian pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model yang dikembangkan oleh Plomp, yang diawali dengan tahapan perumusan masalah, dilanjutkan dengan perencanaan, pelaksanaan, serta evaluasi, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Setiap tahapan tersebut dirancang secara sistematis, sehingga alur penelitian dapat berjalan terarah dan tujuan penelitian tercapai dengan optimal. Perumusan masalah merupakan langkah awal yang sangat

penting untuk memastikan bahwa pengembangan produk yang dilakukan memang berangkat dari kebutuhan yang nyata di lapangan. Setelah itu, dilakukan perencanaan yang matang terkait pengembangan e-modul yang akan dibuat, mencakup penentuan materi, desain produk, serta penjadwalan aktivitas pengembangan.

Tahapan pelaksanaan berfokus pada implementasi rencana yang telah disusun, mulai dari pembuatan prototipe e-modul hingga proses validasi dan uji coba. Pada tahapan kedua dan ketiga ini, penelitian ini memanfaatkan evaluasi formatif (*formative evaluation*) sebagaimana dikemukakan oleh Tessmer (1993). Evaluasi formatif merupakan proses penilaian yang dilakukan secara berkelanjutan selama proses pengembangan produk. Evaluasi ini terdiri dari beberapa tahapan yang saling terkait, yang masing-masing bertujuan untuk menilai, mengidentifikasi kekurangan, dan memperbaiki produk secara bertahap. Dengan demikian, setiap kekurangan atau masalah yang ditemukan selama proses pengembangan dapat segera diatasi, sehingga produk yang dihasilkan semakin berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

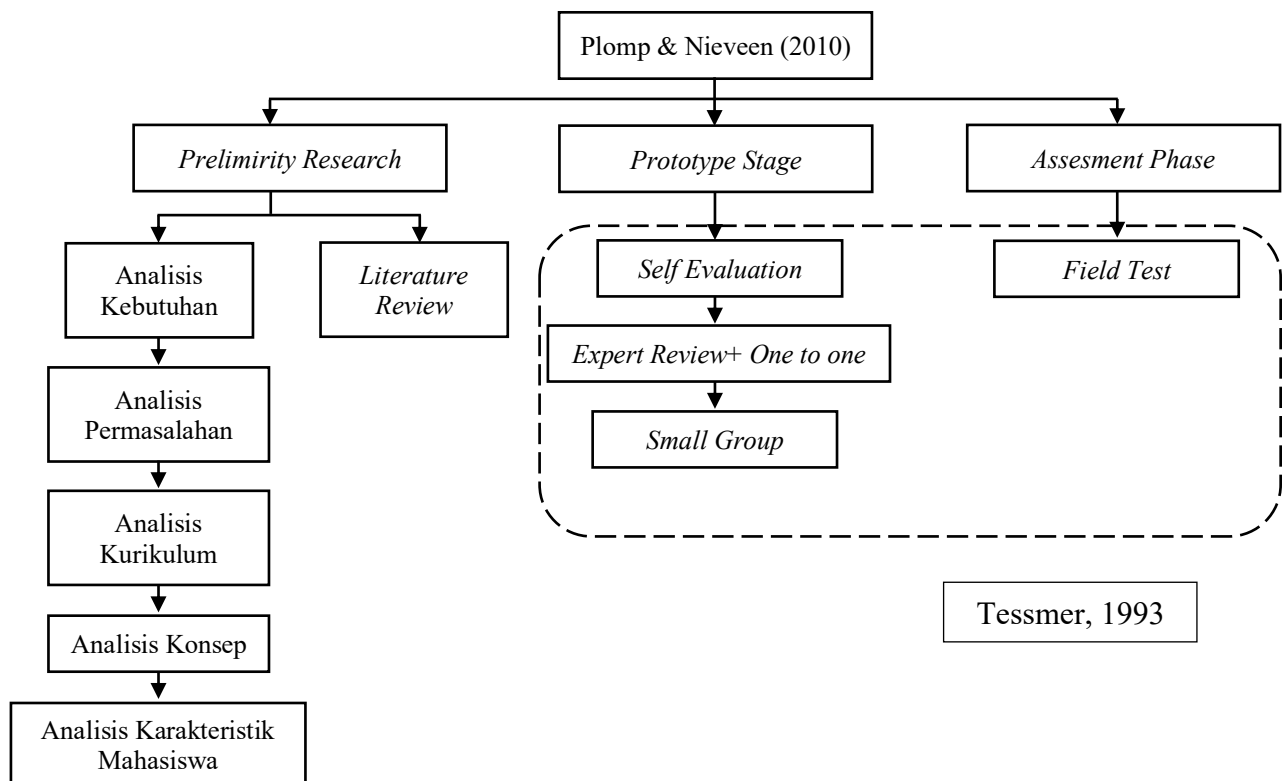
Proses evaluasi formatif yang diterapkan mencakup berbagai tahap, seperti penilaian ahli (*expert review*), uji perorangan (*one-to-one evaluation*), uji kelompok kecil (*small group evaluation*), hingga uji coba lapangan (*field test*). Melalui tahapan-tahapan ini, peneliti dapat memperoleh masukan, kritik, dan saran dari berbagai pihak, baik dari ahli, pengguna, maupun praktisi pendidikan. Dengan masukan tersebut, pengembangan e-modul dapat terus disempurnakan secara iteratif hingga mencapai bentuk yang diharapkan. Tahapan evaluasi formatif yang diadaptasi dari Tessmer akan dijelaskan lebih detail pada Gambar 3.1, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai proses perbaikan produk selama penelitian berlangsung.



Gambar 3.1 Tahapan Evaluasi Formatif Tessemer

Gambar 3.1 menggambarkan beragam metode evaluasi formatif yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam ilustrasi tersebut, dapat dilihat bahwa produk e-modul yang dikembangkan mengalami proses revisi sebanyak tiga kali sebagai upaya penyempurnaan. Atas dasar itu, peneliti memutuskan untuk menggabungkan dua pendekatan penelitian, yakni model pengembangan Plomp—atau yang dikenal juga sebagai educational design research—serta evaluasi formatif menurut Tesser. Penggabungan kedua metode ini diharapkan dapat memberikan hasil pengembangan produk yang lebih optimal dan sistematis, karena setiap tahapan pengembangan selalu dievaluasi dan disempurnakan secara bertahap. Seluruh proses desain penelitian yang digunakan dalam pengembangan e-modul ini kemudian divisualisasikan secara rinci pada Gambar 3.2. Melalui rancangan tersebut, diharapkan pembaca dapat memahami alur penelitian dan langkah-langkah yang diambil peneliti dalam upaya menghasilkan bahan ajar digital untuk pembelajaran

berbasis masalah yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan mahasiswa Teknik Industri.



Gambar 3.2 Desain Penelitian Pengembangan E-modul Statistik

Menurut Tessaer (1993), evaluasi formatif mencakup empat tahapan utama yang harus dilakukan secara berurutan untuk menjamin kualitas produk yang dikembangkan. Tahap pertama adalah *self-evaluation*, dilanjutkan dengan *expert review* dan *one-to-one evaluation* pada tahap kedua. Tahap ketiga yaitu *small group evaluation*, di mana ketiga tahap awal ini dilaksanakan dalam fase pengembangan prototipe (*prototype stage*). Sementara itu, tahap keempat atau *field test* dilakukan

pada fase asesmen (*assessment phase*) guna menguji produk dalam kondisi yang lebih luas.

Self-evaluation merupakan langkah awal dalam proses evaluasi formatif. Tessmer (1993:22–23) menjelaskan bahwa tujuan utama dari evaluasi diri ini adalah untuk membantu peneliti merumuskan tujuan evaluasi, menentukan jenis data yang perlu dikumpulkan, serta memilih alat atau instrumen yang paling tepat untuk pengumpulan data tersebut. Pada tahap ini, peneliti menelaah produk e-modul yang dikembangkan untuk mengidentifikasi berbagai kekurangan yang ada, baik dari segi konten, desain, maupun petunjuk penggunaan. Dengan melakukan *self-evaluation*, peneliti dapat menyoroti aspek-aspek dari e-modul yang dinilai masih kurang efektif, seperti instruksi yang belum jelas, tata letak yang membingungkan, atau fitur-fitur yang kurang mendukung proses pembelajaran.

Hasil dari evaluasi diri ini menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan revisi awal terhadap produk. Perbaikan dilakukan agar e-modul dapat lebih mudah dipahami dan digunakan oleh mahasiswa, serta lebih efektif dalam mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Setelah proses revisi berdasarkan temuan pada tahap *self-evaluation* selesai, produk e-modul yang telah diperbaiki selanjutnya disebut sebagai prototipe I. Prototipe ini kemudian akan diuji kembali pada tahap berikutnya, yaitu *expert review*, di mana produk akan dievaluasi oleh para ahli di bidang terkait untuk mendapatkan masukan dan saran perbaikan yang lebih mendalam. Dengan demikian, setiap tahapan evaluasi formatif berperan penting dalam memastikan kualitas akhir produk yang dikembangkan.

Tahap kedua dalam evaluasi formatif yang diadopsi dari Tessmer (1993) mencakup proses penilaian ahli (*expert review*) dan evaluasi *one-to-one*. Pada tahap penilaian ahli, produk yang dikembangkan dalam hal ini e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah ditelaah secara mendalam oleh para ahli di bidangnya. Evaluasi ini tidak sekadar menyoroti kelengkapan konten, namun juga memperhatikan kualitas instruksi dan aspek teknis yang terdapat dalam e-modul.

Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa seluruh instruksi atau panduan yang ada di dalam e-modul telah memenuhi standar kelayakan dari segi isi maupun teknis, sehingga e-modul benar-benar siap untuk digunakan pada tahap selanjutnya dan mampu mendukung proses pembelajaran secara optimal.

Menurut Tessmer (1993), ada beberapa aspek utama yang menjadi fokus dalam evaluasi oleh para ahli. Pertama, aspek informasi konten yang berkaitan dengan kelengkapan materi, ketepatan informasi yang disajikan, serta kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu terbaru. Aspek kedua adalah informasi pengajaran, meliputi sejauh mana e-modul menarik minat mahasiswa, kejelasan tujuan pembelajaran, keterpaduan dengan kurikulum universitas, dan relevansi terhadap kebutuhan mahasiswa maupun dosen di lingkungan pembelajaran. Ketiga, aspek implementasi, yang memfokuskan pada kemudahan penggunaan e-modul, daya tarik dari sisi pengguna, serta kesesuaian produk dengan kondisi dan lingkungan belajar mahasiswa. Keempat, aspek informasi teknis, yang mencakup kualitas visual dan gambar, minimnya kemungkinan terjadinya kesalahan teknis, kesesuaian tampilan visual dengan materi, serta kelayakan penggunaan e-modul secara teknis di berbagai perangkat.

Selanjutnya, para ahli juga menilai dari sisi keahlian desain instruksional, yang meliputi kejelasan instruksi yang diberikan dalam e-modul, kejelasan serta ketercapaian tujuan pembelajaran, strategi instruksional yang dipilih, serta kesesuaian seluruh instruksi dengan kebutuhan, tujuan, dan proses evaluasi. Terakhir, aspek keahlian pengujian turut menjadi perhatian, yaitu dengan menguji reliabilitas dan validitas instrumen evaluasi yang terdapat dalam e-modul, serta sejauh mana soal-soal evaluasi sesuai dengan tujuan pembelajaran, petunjuk yang diberikan, dan aktivitas praktik yang dilakukan oleh mahasiswa.

Selain *expert review*, tahap kedua ini juga dilengkapi dengan *one-to-one evaluation*. Pada tahap ini, mahasiswa berkesempatan untuk memberikan masukan secara langsung mengenai e-modul statistik berbasis problem based learning, dengan

pendampingan evaluator yang dalam hal ini adalah peneliti sendiri. Sesuai panduan Tessmer (1993:56), evaluator akan duduk bersama mahasiswa selama mereka menggunakan e-modul, memperhatikan dan mencatat cara mereka menavigasi instruksi, mengamati respon mahasiswa terhadap setiap bagian modul, serta menanyakan langsung tentang kendala yang dihadapi atau bagian mana yang menurut mereka kurang jelas. Proses ini memungkinkan peneliti memperoleh umpan balik yang kaya dan konkret dari sudut pandang pengguna langsung.

Hasil dari tahapan ini sangat penting sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan e-modul sebelum melanjutkan ke tahap evaluasi berikutnya, sehingga produk yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna.

Informasi yang diperoleh pada tahap ini sangat penting untuk menilai sejauh mana petunjuk yang disajikan dalam e-modul sudah jelas, lengkap, dan mampu menarik perhatian pengguna. Selain itu, peneliti juga memperhatikan apakah kualitas gambar atau visual dalam e-modul mudah dipahami, apakah instruksi yang diberikan terlalu rumit atau justru terlalu sederhana, serta memeriksa keberadaan kesalahan penulisan dan penggunaan tata bahasa. Aspek lain yang turut diperhatikan adalah kecukupan waktu yang diberikan kepada peserta didik dalam mempelajari e-modul (Tessmer, 1993:59).

Pada tahap evaluasi *one-to-one*, yang berlangsung bersamaan dengan tahap *expert review*, prototipe I e-modul diujicobakan kepada tiga mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan Statistik Industri. Ketiga mahasiswa tersebut dipilih secara purposif untuk mendapatkan masukan spesifik terkait penggunaan e-modul dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil evaluasi yang didapat baik dari *expert review* maupun *one-to-one*, peneliti melakukan revisi pada e-modul. Hasil revisi tersebut selanjutnya diwujudkan dalam bentuk prototipe II, yang menjadi versi pengembangan berikutnya sebelum dilakukan uji coba lebih lanjut.

Pada tahap ini, beragam informasi penting dikumpulkan untuk menilai sejauh mana petunjuk yang terdapat dalam e-modul telah disusun dengan jelas, lengkap, dan menarik bagi pengguna. Evaluasi juga mencakup aspek visual, seperti apakah gambar atau ilustrasi yang ditampilkan mudah dipahami oleh mahasiswa. Selain itu, peninjauan dilakukan untuk memastikan bahwa instruksi yang diberikan tidak terlalu sulit maupun terlalu mudah untuk diikuti. Pemeriksaan terhadap potensi kesalahan ketik dan penggunaan tata bahasa yang tepat juga menjadi perhatian, begitu pula dengan kecukupan waktu yang dialokasikan untuk proses pembelajaran, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan mahasiswa (Tessmer, 1993:59).

Pelaksanaan evaluasi *one-to-one* dilakukan secara bersamaan dengan tahap *expert review*. Dalam tahap *one-to-one* ini, pada prototipe I, e-modul diujicobakan kepada tiga mahasiswa yang telah menempuh perkuliahan statistik industri. Ketiga mahasiswa tersebut dipilih secara purposif, dengan harapan mampu memberikan umpan balik yang bermakna mengenai penggunaan dan efektivitas e-modul dalam mendukung pembelajaran. Masukan yang diperoleh baik dari para ahli maupun mahasiswa pada kedua tahapan evaluasi ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan e-modul. Setelah revisi dilakukan berdasarkan berbagai masukan yang terkumpul, versi hasil revisi dari e-modul tersebut selanjutnya dikenal sebagai prototipe II, yang akan digunakan untuk tahapan pengujian berikutnya.

Tahap ketiga adalah evaluasi *small group* yang dilaksanakan setelah tahap *expert review* dan evaluasi *one-to-one*. Pada tahap ini, peneliti lebih menekankan pada umpan balik individu, evaluasi *small group* berfokus pada pengumpulan data performa mahasiswa secara kelompok untuk mengonfirmasi hasil revisi sebelumnya serta menghasilkan temuan baru yang dapat digunakan untuk penyempurnaan e-modul. Pada tahap *small group evaluation* sekelompok mahasiswa dilibatkan, dengan kondisi pelaksanaan yang tidak dilakukan dalam situasi kelas formal. Manfaat dari *small group evaluation* adalah memberikan ukuran performa mahasiswa yang lebih akurat. Dibandingkan dengan tahap evaluasi *one-to-one*,

proses pembelajaran pada kelompok kecil lebih menyerupai situasi belajar yang sebenarnya, karena peneliti tidak secara terus-menerus berinteraksi langsung dengan mahasiswa selama proses pembelajaran berlangsung (Tessmer, 1993:81). Pada penelitian ini prototipe II diuji coba melalui evaluasi *small group* yang melibatkan tujuh orang mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan statistik industri mahasiswa ini telah menerima mata kuliah statistik di semester III dan kini sedang menempuh semester IV, sehingga mahasiswa ini memenuhi kriteria pada tahap evaluasi *small group*. Hasil revisi yang diperoleh pada tahap ini, disebut sebagai prototipe III, yang selanjutnya akan digunakan pada tahap *field test*.

Tahapan keempat dalam penelitian ini adalah *field test*, yang juga dikenal sebagai *assessment phase* dalam model pengembangan menurut Plomp. Pada tahap ini, peneliti melakukan uji coba e-modul secara langsung dalam konteks pembelajaran yang sebenarnya, sesuai dengan lingkungan di mana e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah tersebut nantinya akan digunakan secara permanen. Seperti yang dijelaskan oleh Tessmer (1993:111), evaluasi *field test* merupakan bentuk evaluasi yang dilakukan dalam situasi nyata, sehingga instruksi dan bahan ajar yang dikembangkan dapat diuji keefektifannya di lingkungan pembelajaran yang sesungguhnya.

Pelaksanaan *field test* memiliki beberapa tujuan penting. Pertama, tahap ini bertujuan untuk mengonfirmasi apakah revisi yang telah dilakukan berdasarkan evaluasi formatif sebelumnya sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan efektif untuk diterapkan. Selain itu, hasil uji coba lapangan juga memberikan kesempatan bagi peneliti untuk memperoleh masukan dan saran revisi akhir, sehingga setiap kekurangan yang masih ditemukan dapat segera diperbaiki sebelum e-modul diimplementasikan secara luas. Melalui *field test*, peneliti dapat menilai secara langsung seberapa efektif e-modul dalam mendukung proses belajar mahasiswa. Dengan demikian, tahapan ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana evaluasi akhir,

tetapi juga menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan mengenai kesiapan e-modul untuk diadopsi sebagai media pembelajaran di lingkungan Teknik Industri.

Pelaksanaan *field test* dalam penelitian ini berlangsung di salah satu universitas swasta di Kota Tangerang, dengan melibatkan mahasiswa sebagai partisipan utama. Pada tahap ketiga, yaitu *field test trial*, uji coba dilakukan pada mahasiswa Teknik Industri semester III yang sedang mengambil mata kuliah Statistik Industri. Tujuan utama dari uji coba lapangan ini adalah untuk memastikan bahwa revisi yang telah dilakukan sebelumnya benar-benar efektif, serta untuk menilai tingkat praktikalitas dan efektivitas e-modul statistik industri berbasis *problem based-learning*. Sebanyak 30 mahasiswa terlibat dalam *field test trial* ini, sehingga peneliti dapat memperoleh umpan balik yang lebih *representatif* mengenai penerapan e-modul di lingkungan pembelajaran yang sesungguhnya, sekaligus menyesuaikan fitur-fitur e-modul agar lebih sesuai dengan kebutuhan mahasiswa Teknik Industri.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam pengembangan ini adalah mahasiswa Program Studi Teknik Industri yang sedang menempuh semester III dan semester V pada Tahun Akademik 2024/2025. Pada tahap evaluasi *one-to-one*, peneliti memilih tiga orang mahasiswa sebagai peserta untuk memberikan penilaian awal terhadap e-modul yang dikembangkan, sehingga diperoleh gambaran mengenai kejelasan, kemudahan penggunaan, dan potensi perbaikan produk. Berikutnya, tahap evaluasi *small group* melibatkan tujuh mahasiswa untuk menilai e-modul secara lebih mendalam melalui diskusi dan interaksi kelompok kecil. Kedua tahap evaluasi ini baik individual maupun kelompok kecil dilaksanakan di lingkungan Fakultas Teknik pada Program Studi Teknik Industri di salah satu universitas swasta di Kota Tangerang. Pendekatan bertahap ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh berbagai masukan yang komprehensif, baik dari sudut pandang individu maupun kelompok, sehingga setiap aspek dari e-modul dapat dievaluasi dan disempurnakan.

secara optimal sebelum diterapkan pada lingkup yang lebih luas. Keterlibatan mahasiswa dari dua tingkat semester juga memberikan variasi perspektif yang berguna dalam menilai relevansi dan efektivitas e-modul untuk mendukung proses pembelajaran di Program Studi Teknik Industri. Mahasiswa yang menjadi peserta pada tahap ini adalah mereka yang berada di tingkat V dan telah menempuh mata kuliah Statistik Industri 1, sehingga mereka memiliki pemahaman awal yang cukup mengenai materi yang diujicobakan.

Pada tahap *field test*, subjek penelitian melibatkan mahasiswa tingkat III yang sedang menempuh semester 3 pada tahun akademik yang sama. Pada tahap ini, sebanyak 30 mahasiswa yang mengambil mata kuliah Statistik Industri 1 diikutsertakan sebagai peserta. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, di mana pemilihan subjek didasarkan pada pertimbangan tertentu, seperti pengalaman akademik dan keterkaitan langsung dengan mata kuliah statistik industri.

Penggunaan teknik *purposive sampling* dalam penelitian ini dimaksudkan agar mahasiswa yang terlibat dalam setiap tahapan pengujian benar-benar memiliki latar belakang serta pengalaman yang relevan dengan tujuan penelitian. Dengan cara ini, masukan yang diberikan oleh para mahasiswa dapat dipastikan valid dan bermanfaat dalam proses pengembangan e-modul statistik masalah. Mahasiswa yang dipilih secara purposif diharapkan mampu memberikan pandangan yang konstruktif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di Program Studi Teknik Industri. Melalui tahapan pengujian yang dilakukan secara bertahap, serta melibatkan mahasiswa dari berbagai jenjang semester, peneliti ingin menguji seberapa jauh tingkat validitas dan efektivitas e-modul yang dikembangkan, khususnya dalam kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh data dan wawasan dari beragam perspektif, sehingga analisis yang dihasilkan menjadi lebih kaya dan mendalam. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

gambaran yang utuh tentang bagaimana e-modul statistik berbasis masalah dapat diimplementasikan secara efektif dalam proses pembelajaran statistik industri di lingkungan pendidikan tinggi teknik. Umpan balik yang diperoleh akan sangat berguna sebagai dasar penyempurnaan e-modul dan pengembangan strategi pembelajaran digital yang lebih inovatif dan relevan dengan kebutuhan zaman.

3.3 Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah *preliminary research*, di mana peneliti melakukan kajian awal untuk mengidentifikasi kebutuhan, permasalahan, serta potensi pengembangan e-modul statistik. Selanjutnya, tahap kedua adalah *prototype stage*, yang berfokus pada perancangan, pengembangan, serta penyempurnaan prototipe e-modul melalui berbagai proses evaluasi dan revisi. Tahap ketiga adalah *assessment phase*, di mana e-modul yang telah dikembangkan diuji secara lebih luas guna menilai efektivitas serta validitasnya dalam mendukung pembelajaran. Penjelasan lebih rinci mengenai setiap tahapan penelitian dalam pengembangan e-modul statistik ini akan dipaparkan pada bagian berikutnya, sehingga memberikan gambaran yang jelas tentang alur dan proses yang dijalani selama penelitian berlangsung.

3.3.1 *Preliminary research*

Tahap *preliminary research* menjadi fondasi awal yang sangat esensial dalam keseluruhan proses penelitian pengembangan ini. Pada fase pendahuluan ini, peneliti secara terstruktur berupaya mengidentifikasi secara mendalam berbagai kebutuhan yang ada, sekaligus merumuskan tujuan inti dari permasalahan yang akan dipecahkan melalui penelitian. Fokus utama dari penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan bahan ajar inovatif, yakni e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah, yang secara khusus ditujukan untuk memperkuat capaian akhir kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar pada mahasiswa. Khususnya, sasaran

pengembangan ini adalah mahasiswa yang menempuh studi di Program Studi Teknik Industri, yang diharapkan dapat memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna dan relevan dengan kebutuhan dunia industri saat ini. Dalam tahap *preliminary research*, peneliti melakukan serangkaian analisis kebutuhan, baik dari sisi kurikulum, karakteristik mahasiswa, hingga tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran statistik di lingkungan teknik. Pendekatan ini tidak hanya memperjelas arah pengembangan e-modul, tetapi juga memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan permasalahan aktual di lapangan. Dengan proses identifikasi dan perumusan yang sistematis ini, diharapkan e-modul yang dikembangkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis secara statistik, serta membentuk kemandirian belajar yang lebih baik di kalangan mahasiswa Teknik Industri.

Sebelum memulai pengembangan e-modul, peneliti terlebih dahulu melakukan serangkaian analisis kebutuhan agar produk yang dikembangkan nantinya benar-benar tepat sasaran dan bermanfaat optimal bagi mahasiswa. Analisis kebutuhan ini mencakup beberapa aspek penting, seperti analisis terhadap permasalahan yang sering dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran statistika, analisis kurikulum yang berlaku, analisis terhadap konsep-konsep penting dalam materi statistika industri, telaah terhadap karakteristik mahasiswa Teknik Industri, serta tinjauan literatur yang relevan. Melalui proses ini, peneliti dapat membangun landasan teoretis yang kuat, sekaligus memastikan bahwa e-modul yang dirancang benar-benar berdasarkan kebutuhan nyata di lapangan dan didukung oleh teori-teori terbaru.

Pengumpulan data pada tahap *preliminary research* dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu analisis dokumen, observasi, dan wawancara. Pada tahapan analisis dokumen, peneliti memeriksa dan menelaah hasil-hasil ujian akhir mahasiswa pada mata kuliah Statistik Industri. Analisis ini bertujuan untuk

mengidentifikasi bagian-bagian materi yang paling sering menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa. Dengan mengetahui area yang menjadi kendala, peneliti dapat menilai secara lebih objektif capaian berpikir statistik mahasiswa dan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran yang spesifik. Informasi yang diperoleh dari analisis dokumen ini sangat berharga, karena dapat dijadikan pijakan awal dalam menyusun konten dan strategi pengembangan e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah agar lebih efektif.

Selanjutnya, peneliti juga melakukan observasi langsung selama proses pembelajaran berlangsung. Melalui observasi ini, peneliti dapat mencatat kelebihan dan kekurangan yang terjadi di kelas, baik yang berkaitan dengan metode pembelajaran, interaksi dosen dan mahasiswa, maupun efektivitas bahan ajar yang digunakan saat itu. Peneliti secara aktif mengamati suasana kelas, keterlibatan mahasiswa, penggunaan media ajar, serta respons mahasiswa terhadap materi yang disampaikan. Observasi ini memberikan gambaran nyata tentang dinamika pembelajaran dan tantangan yang dihadapi mahasiswa secara langsung dalam mempelajari statistika industri.

Guna memperkaya hasil analisis, peneliti juga melakukan wawancara mendalam dengan berbagai pihak yang terlibat langsung dalam proses pembelajaran Statistik Industri. Wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah difokuskan pada pengumpulan informasi terkait Rencana Pembelajaran Semester (RPS), lembar kerja mahasiswa (LKM), materi yang diajarkan, serta referensi buku yang digunakan sebagai sumber utama pembelajaran. Selain itu, peneliti menggali pandangan dosen mengenai efektivitas bahan ajar yang digunakan selama ini dan tantangan-tantangan yang dihadapi dalam mengajarkan materi statistik kepada mahasiswa. Di sisi lain, wawancara dengan mahasiswa dilakukan untuk mengetahui berbagai kendala yang mereka alami selama mengikuti pembelajaran, baik dari segi pemahaman materi, metode pengajaran yang diterapkan, maupun penggunaan bahan ajar yang ada. Melalui wawancara ini, peneliti mendapatkan gambaran yang lebih menyeluruh

tentang kebutuhan mahasiswa serta dapat mengidentifikasi umpan balik langsung yang sangat berharga. Informasi tersebut menjadi landasan penting dalam proses penyusunan dan pengembangan e-modul agar benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan harapan mahasiswa serta dosen di lingkungan Teknik Industri.

Seluruh data yang diperoleh melalui ketiga metode tersebut kemudian dianalisis secara kualitatif. Analisis ini dilakukan dengan cara memetakan permasalahan utama, menelusuri pola-pola yang muncul dalam temuan data, serta mengidentifikasi berbagai peluang untuk perbaikan proses pembelajaran statistika industri. Dengan menerapkan pendekatan kualitatif, peneliti dapat memahami dan menafsirkan data secara mendalam dan komprehensif. Hal ini memastikan bahwa pengembangan e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah benar-benar didasari oleh kebutuhan nyata di lapangan, bukan hanya berdasarkan dugaan atau asumsi. Temuan dari tahap *preliminary research* ini menjadi landasan utama dalam seluruh proses pengembangan, sehingga e-modul yang dirancang nantinya dapat lebih relevan, aplikatif, dan efektif dalam menjawab tantangan pembelajaran statistika industri di lingkungan perguruan tinggi teknik.

1) Analisis Kebutuhan

Proses awal pengembangan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah, peneliti memulai dengan melakukan analisis kebutuhan secara menyeluruh. Analisis ini bertujuan agar e-modul yang akan dikembangkan benar-benar relevan dan efektif untuk mendorong capaian kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa. Untuk memperkuat dasar pengembangan, peneliti terlebih dahulu mengumpulkan berbagai teori pendukung melalui studi literatur yang berkaitan dengan pengembangan bahan ajar, kemampuan berpikir statistik, dan kemandirian belajar mahasiswa. Studi literatur ini memberikan pijakan konseptual yang kuat sehingga pengembangan e-modul dapat dilakukan dengan pendekatan yang ilmiah dan terarah.

Pada tahap analisis kebutuhan, peneliti juga melaksanakan wawancara secara langsung dengan dosen yang mengampu mata kuliah Statistik Industri. Melalui wawancara ini, peneliti berkesempatan menggali informasi secara lebih rinci dan mendalam mengenai berbagai tantangan yang dihadapi selama proses pembelajaran, kebutuhan mahasiswa akan bahan ajar digital, serta ekspektasi dosen terkait fitur, isi, dan tampilan e-modul yang akan dikembangkan. Untuk menunjang kelancaran dan ketertiban proses pengumpulan data, daftar pertanyaan wawancara telah dirancang secara sistematis dan tercantum dalam lampiran pedoman wawancara analisis kebutuhan. Dengan pendekatan yang terstruktur ini, peneliti dapat memastikan bahwa informasi yang terkumpul benar-benar relevan dan komprehensif, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan e-modul yang sesuai dengan kebutuhan dosen dan mahasiswa di lingkungan pembelajaran Teknik Industri.

Hasil dari analisis kebutuhan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai karakteristik mahasiswa, kebutuhan pembelajaran, serta desain awal e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah. Peneliti melakukan analisis pada beberapa aspek penting, seperti identifikasi permasalahan yang sering dihadapi mahasiswa dalam belajar statistika, keterkaitan antara materi pembelajaran dengan kurikulum yang digunakan, pemetaan konsep inti yang perlu dipahami mahasiswa, serta penyesuaian desain e-modul dengan karakteristik mahasiswa Teknik Industri. Dengan demikian, tahap analisis kebutuhan ini tidak hanya menjadi fondasi awal pengembangan e-modul, tetapi juga memastikan bahwa desain, struktur, dan isi e-modul benar-benar berangkat dari kebutuhan nyata di lapangan dan didukung oleh teori serta masukan langsung dari praktisi di bidangnya. Analisis kebutuhan pada tahap ini seperti, analisis permasalahan, analisis kurikulum, analisis konsep, serta, analisis karakteristik mahasiswa

a. Analisis Permasalahan

Tahap analisis permasalahan bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai kendala atau tantangan yang perlu dipecahkan dalam pembelajaran mata kuliah Statistik Industri. Analisis ini menjadi langkah awal yang sangat penting dalam penelitian pengembangan, karena hasil identifikasi permasalahan inilah yang nantinya akan menjadi landasan teoritis bagi seluruh proses pengembangan yang dilakukan. Dengan demikian, proses analisis masalah membantu peneliti menentukan arah dan fokus utama inovasi bahan ajar yang akan dikembangkan.

b. Analisis Kurikulum

Peneliti melakukan kajian mendalam terhadap kurikulum yang diterapkan di Program Studi Teknik Industri. Tujuan dari analisis kurikulum ini adalah untuk memastikan bahwa pengembangan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah benar-benar sejalan dengan kurikulum yang berlaku di jenjang strata satu Teknik Industri. Dalam tahap ini, peneliti menelaah materi ajar, tujuan pembelajaran, serta sumber bahan ajar yang umum digunakan dalam proses pembelajaran statistik. Selain itu, peneliti juga menyesuaikan pengembangan e-modul statistik dengan struktur dan tuntutan kurikulum yang sedang diterapkan, sehingga setiap tujuan pembelajaran yang dirancang tetap relevan dan sesuai kebutuhan. Fokus utama pada analisis ini meliputi: (1) kesesuaian kurikulum yang digunakan, (2) ruang lingkup materi statistik, serta (3) tujuan dan capaian pembelajaran dari mata kuliah statistik yang diajarkan di program studi tersebut.

c. Analisis Konsep

Pengembangan e-modul statistik, peneliti juga melaksanakan analisis konsep. Tahap ini bertujuan untuk memilih, menentukan, dan merancang materi yang akan disajikan dalam e-modul, dengan berpedoman pada hasil analisis kurikulum yang telah dilakukan sebelumnya. Pada proses analisis konsep ini, peneliti secara

cermat menelaah dokumen-dokumen yang telah dikumpulkan, seperti silabus, rencana pembelajaran, serta referensi pendukung lainnya. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa setiap materi yang dipilih benar-benar selaras dengan kebutuhan dan tuntutan kurikulum yang berlaku. Melalui analisis konsep, peneliti berupaya menyusun struktur materi yang sistematis, relevan, dan terfokus pada pencapaian kompetensi utama yang diharapkan dalam pembelajaran statistik di Program Studi Teknik Industri. Dengan demikian, materi yang diintegrasikan ke dalam e-modul tidak hanya sesuai secara substansi dengan kurikulum, tetapi juga dapat memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep penting yang dibutuhkan untuk penguasaan statistika secara aplikatif. Tahapan ini memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat menjadi bahan ajar yang efektif, terarah, dan mendukung proses belajar mahasiswa secara optimal. Tujuan dari analisis konsep ini adalah: (1) mengidentifikasi dan mengumpulkan konsep-konsep penting yang relevan dengan kurikulum, sehingga tujuan pembelajaran dapat selaras dengan kurikulum yang berlaku; dan (2) menyusun mind mapping dari konsep-konsep yang telah dihimpun, agar struktur materi dalam e-modul menjadi lebih sistematis dan mudah dipahami.

d. Analisis Karakteristik Mahasiswa

Peneliti juga melakukan analisis karakteristik mahasiswa dengan tujuan agar desain e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah benar-benar sesuai dengan profil dan kebutuhan mahasiswa Teknik Industri. Pemahaman terhadap karakteristik mahasiswa sangat penting agar e-modul yang dikembangkan mampu menjawab tantangan belajar dan gaya belajar yang dimiliki mahasiswa di program studi tersebut. Untuk memperoleh gambaran yang akurat, peneliti menggunakan angket khusus analisis karakteristik mahasiswa sebagai instrumen pengumpulan data. Informasi yang diperoleh dari angket ini digunakan untuk menyesuaikan konten, tampilan, dan strategi pembelajaran dalam e-modul, sehingga hasil akhirnya benar-benar relevan, mudah dipahami, dan efektif untuk mendukung proses belajar

mahasiswa Teknik Industri. Dengan demikian, pengembangan e-modul dilakukan secara kontekstual yang diperoleh dari calon pengguna utamanya.

Materi yang dipilih dalam pembuatan e-modul statistik harus mempertimbangkan konsep dan isi. Materi juga harus disesuaikan dengan karakteristik mahasiswa Teknik industri. Fokus utama pada analisis karakteristik mahasiswa yaitu : (1) mengidentifikasi jenis pembelajaran, (2) mengumpulkan informasi terkait pendapat mahasiswa tentang e-modul statistik, (3) mengetahui e-modul yang dibutuhkan mahasiswa, (4) memahami konteks yang relevan bagi mahasiswa Teknik industri, (5) ukuran font yang diminati mahasiswa, (6) serta beberapa aspek pendukung sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Sehingga e-modul statistik yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa Teknik industri, khususnya pada matakuliah statistik industri.

2) *Literature Riview*

Literature review berfungsi untuk mengidentifikasi, menelaah, dan menganalisis berbagai teori, hasil penelitian, serta praktik-praktik terbaik yang telah ada terkait topik penelitian yang diangkat (Plomp & Nieveen, 2007). Pada tahap ini peneliti memperoleh gambaran, perkembangan, *research gap*, pada penelitian terdahulu. Sehingga peneliti memiliki dasar teoritis yang kuat dalam pengembangan e-modul ini. Kelemahan, kelebihan dan inovasi dari penelitian terdahulu dapat menjadi refrensi dalam pengembangan e-modul, serta menentukan kebutuhan pengguna dalam pengembangan e-modul.

Pada tahap *prelimirity research*, peneliti melakukan identifikasi terkait permasalahan yang akan diberikan solusi, sehingga peneliti melakukan batasan, hanya pada mata kuliah statistik industri. Analisis masalah menjadi dasar teoritis dalam penelitian pengembangan. Pada tahap ini terdapat beberapa instrumen yang menjadi tahap investigasi awal penelitian, intrumen tersebut akan dijelaskan pda tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Instrumen Investigasi Awal

Instrumen	Tujuan
Analisis Dokumen	Peneliti melakukan identifikasi terhadap materi yang diajarkan pada mata kuliah Statistik Industri, serta menganalisis hasil ujian akhir mahasiswa.
Lembar Observasi	Mengamati langsung proses pembelajaran serta memperhatikan karakteristik mahasiswa, peneliti berupaya merancang e-modul yang benar-benar selaras dengan kebutuhan dan ciri khas mahasiswa Teknik Industri.
Pedoman Wawancara	Menggali informasi terkait bahan ajar yang digunakan serta memahami bagaimana proses pembelajaran berlangsung pada mata kuliah Statistik Industri dilakukan agar peneliti memperoleh gambaran yang utuh tentang praktik pembelajaran yang sedang diterapkan.
Angket Karakteristik Mahasiswa	Memberikan gambaran mengenai kebutuhan mahasiswa Teknik Industri pada mata kuliah Statistik Industri menjadi langkah penting agar e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan dapat benar-benar menjawab tantangan belajar yang mereka alami. Dengan menyesuaikan konten dan fitur e-modul sesuai dengan kebutuhan serta hambatan yang dihadapi mahasiswa, diharapkan e-modul ini mampu mendukung proses pembelajaran secara maksimal dan membantu mahasiswa dalam memahami materi statistik industri dengan lebih baik.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini telah melewati proses validasi oleh para ahli di bidangnya, sehingga dapat dipastikan telah memenuhi standar validitas yang diperlukan. Melalui proses validasi tersebut, instrumen penelitian dinyatakan layak pakai dan siap digunakan dalam pelaksanaan penelitian karena dianggap mampu menghasilkan data yang relevan dan berkualitas. Keakuratan setiap item dalam instrumen juga telah diuji, sehingga dapat dipastikan

Frena Fardillah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL UNTUK PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM UPAYA PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR STATISTIK DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

bahwa seluruh aspek yang hendak diukur telah terakomodasi dengan baik. Validasi ini menjadi jaminan bahwa instrumen dapat digunakan untuk mengumpulkan data yang benar-benar mencerminkan kondisi yang ingin diteliti, sekaligus mendukung tercapainya tujuan penelitian secara optimal. Selain itu, proses validasi oleh para ahli juga memberikan keyakinan tambahan bahwa instrumen yang digunakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi dan dapat diandalkan dalam proses analisis data nantinya. Dengan demikian, penggunaan instrumen yang telah tervalidasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam menghasilkan temuan penelitian yang kredibel dan sesuai dengan tujuan yang telah dirumuskan.

3.3.2 *Prototype stage* (Tahap Pembuatan Prototipe)

Prototyping Stage merupakan tahapan dimana desain serta sistematika dalam merancang e-modul statistik untuk pencapaian akhir berpikir statistik dan kemandirian belajar. Dalam tahapan ini peneliti merancang instrument yang dibutuhkan, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam langkah *prototyping stage* adalah bagaimana merancang serta menampilkan e-modul statistik yang menarik serta pencapaian akhir kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa. Prosedur dalam pelaksanaan *prototyping stage* sebagai berikut

Perencanaan karakteristik, Struktur dan Desain E-modul

Langkah awal dalam proses pengembangan prototipe e-modul statistik berbasis problem based learning adalah merancang karakteristik, struktur, dan desain e-modul tersebut secara terperinci. Penyusunan rancangan ini didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang telah dikumpulkan sebelumnya, serta telaah literatur yang dilakukan selama tahap awal penelitian. Selain itu, rancangan e-modul juga mengacu pada berbagai teori dan konsep yang telah diuraikan secara rinci pada Bab II, sehingga dasar pengembangan benar-benar kuat baik secara teoretis maupun praktis.

Fokus utama dalam tahap ini adalah memastikan bahwa e-modul yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kriteria akademik dan pedagogik yang berlaku, namun juga benar-benar relevan dengan kebutuhan nyata mahasiswa Teknik Industri sebagai pengguna utama. Untuk itu, peneliti menyesuaikan karakteristik e-modul dengan profil mahasiswa, seperti gaya belajar, tingkat pemahaman awal, serta preferensi mereka terhadap metode pembelajaran digital. Struktur e-modul dirancang agar sistematis, mudah dipahami, dan memungkinkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri maupun kolaboratif, sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis masalah. Selain memperhatikan kelengkapan materi dan alur pembelajaran yang logis, desain visual e-modul juga menjadi perhatian penting. Desain yang menarik, tata letak yang teratur, serta penggunaan warna dan elemen grafis yang sesuai, diharapkan dapat meningkatkan motivasi serta kenyamanan mahasiswa selama proses belajar. Peneliti juga memastikan bahwa navigasi dalam e-modul mudah digunakan, sehingga mahasiswa dapat mengakses setiap bagian materi dengan lancar dan tanpa hambatan. E-modul tidak hanya sekadar menjadi media penyampai materi, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual. Dengan demikian, mahasiswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan *problem solving* sesuai kebutuhan di dunia industri. Pada akhirnya, rancangan karakteristik, struktur, dan desain yang matang diharapkan dapat secara efektif menunjang pencapaian tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan sejak awal, sekaligus meningkatkan kualitas pembelajaran statistik bagi mahasiswa Teknik Industri.

Karakteristik e-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang secara khusus agar benar-benar sesuai dengan kebutuhan mahasiswa di salah satu universitas swasta di Kota Tangerang. Dalam proses penyusunannya, peneliti berlandaskan hasil investigasi awal yang dilakukan untuk memahami secara mendalam apa saja kebutuhan dan tantangan yang dihadapi mahasiswa selama proses pembelajaran. Selain itu, pengembangan e-modul ini juga mengacu pada kriteria

ideal yang telah dirumuskan oleh sejumlah pakar dan peneliti sebelumnya, seperti yang telah dijelaskan oleh Anwar (2010), Daryanto (2013), Gunadharma (2011), Limbong dan rekan-rekan (2006), Satriawati (2015), serta Widiani dan Rosy (2021).

Berdasarkan hasil kajian dari berbagai sumber tersebut, terdapat beberapa karakteristik utama yang menjadi pedoman dalam merancang e-modul yang efektif dan berkualitas. Di antaranya adalah sifat *self-instructional*, yakni e-modul harus memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari materi secara mandiri tanpa harus selalu bergantung pada dosen. Selain itu, e-modul juga harus bersifat *self-contained*, artinya seluruh materi yang diperlukan disajikan secara lengkap dan utuh dalam satu modul. Karakteristik *stand-alone* juga menjadi perhatian penting, di mana e-modul dapat digunakan secara independen tanpa harus terintegrasi dengan sumber belajar lainnya. E-modul yang dikembangkan harus bersifat *adaptif*, yaitu mampu menyesuaikan dengan kebutuhan dan tingkat pemahaman mahasiswa. Kemudahan penggunaan juga menjadi prioritas utama, sehingga prinsip *user friendly* harus diterapkan agar mahasiswa dapat mengakses dan memahami materi dengan nyaman. Terakhir, konsistensi dalam penyajian konten maupun tampilan juga dijaga, sehingga pengalaman belajar mahasiswa menjadi lebih terstruktur dan sistematis. Semua karakteristik ini diharapkan dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara optimal serta meningkatkan kualitas proses belajar-mengajar di lingkungan Teknik Industri.

Penerapan karakteristik diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih mandiri, efisien, serta benar-benar relevan dengan kebutuhan mahasiswa Teknik Industri. Melalui pendekatan *self-instructional* dan *self-contained*, mahasiswa didorong untuk aktif belajar secara mandiri, sementara aspek *stand-alone* dan *adaptif* memberikan keleluasaan bagi mahasiswa untuk mengakses dan memanfaatkan e-modul sesuai kebutuhan serta kecepatan belajar mereka masing-masing. Selain itu, *user friendly* dan konsistensi pada tampilan serta struktur e-modul

akan memudahkan mahasiswa dalam memahami dan mengikuti setiap tahapan pembelajaran tanpa hambatan yang berarti.

Setelah karakteristik e-modul ditetapkan, langkah berikutnya adalah merancang struktur e-modul Statistik Industri yang digunakan sebagai bahan ajar pada mata kuliah Statistik Industri. Struktur e-modul dirancang menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian pendahuluan, bagian penyajian materi, dan bagian penutup. Di setiap bagian, mahasiswa diarahkan untuk secara aktif mengikuti langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah yang telah disusun secara sistematis. Integrasi tahapan pembelajaran berbasis masalah ke dalam struktur e-modul ini meliputi lima tahapan utama: (1) meninjau dan mengemukakan masalah, di mana mahasiswa diajak untuk memahami dan merumuskan permasalahan nyata yang relevan; (2) Menyusun strategi pemecahan, yang memfasilitasi mahasiswa dalam merancang strategi dan aktivitas pembelajaran; (3) melakukan penyelidikan, di mana mahasiswa secara aktif melakukan eksplorasi dan analisis terhadap permasalahan; (4) mengimplementasikan strategi, yang memberikan ruang bagi mahasiswa untuk menampilkan solusi yang telah ditemukan; serta (5) mendiskusikan serta mengevaluasi hasil, di mana mahasiswa melakukan refleksi dan penilaian terhadap proses yang telah dijalani.

Setiap tahapan tersebut dirancang secara terintegrasi untuk mendukung capaian kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Dengan mengacu pada kajian pustaka di Bab II dan memperdalam melalui hasil analisis kebutuhan di tahap awal penelitian, struktur e-modul diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih terarah, kontekstual, dan mendorong capaian kemampuan berpikir statistik serta mandiri dalam memecahkan masalah statistik di bidang industri. Dengan demikian, e-modul ini tidak hanya menjadi sarana pembelajaran, tetapi juga alat untuk membangun karakter dan kompetensi mahasiswa secara holistik sesuai dengan tuntutan dunia kerja masa kini.

Proses mendesain e-modul, salah satu perhatian utama peneliti terletak pada pemilihan warna dan penataan konten materi yang akan disajikan kepada mahasiswa. Aspek visual, terutama pemilihan warna, menjadi sangat penting karena warna memiliki pengaruh besar terhadap daya tangkap penglihatan, sekaligus mampu membangkitkan perasaan, memicu perhatian, dan meningkatkan minat belajar seseorang (Kusrianto, 2007). Dengan mempertimbangkan hal tersebut, peneliti secara cermat memilih kombinasi warna yang tidak hanya mampu menarik minat mahasiswa, tetapi juga tetap memberikan kenyamanan dan tidak mengganggu fokus mereka selama proses pembelajaran berlangsung.

Penggunaan warna-warna cerah diutamakan pada bagian-bagian penting dalam e-modul, seperti pada penulisan rumus atau penyampaian informasi inti. Strategi ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat dengan mudah membedakan dan mengenali informasi kunci, sehingga pemahaman terhadap materi menjadi lebih efektif. Di samping itu, pemilihan warna dalam e-modul juga disesuaikan dengan karakteristik dan preferensi mahasiswa Teknik Industri, agar mereka merasa lebih terhubung dengan media pembelajaran yang digunakan.

Peneliti menyadari bahwa desain visual yang menarik tidak hanya sekadar memperindah tampilan, tetapi juga memiliki peran penting dalam mendukung konsentrasi, motivasi, serta pemahaman mahasiswa terhadap materi. Oleh karena itu, setiap elemen warna yang dipilih diharapkan mampu menciptakan suasana belajar yang kondusif dan menyenangkan.

Setelah seluruh karakteristik, struktur, dan desain e-modul dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan serta referensi literatur, langkah berikutnya adalah tahap pembuatan prototipe e-modul. Proses ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan konseptual ke dalam bentuk produk nyata yang bisa langsung diuji dan dievaluasi oleh mahasiswa. Dengan demikian, prototipe e-modul yang dihasilkan akan dapat diuji kualitasnya dan dikembangkan lebih lanjut agar

benar-benar memenuhi standar pembelajaran serta kebutuhan mahasiswa Teknik Industri.

1) *Self-Evaluation*

Self-evaluation berfungsi sebagai langkah awal bagi peneliti untuk secara kritis menilai prototipe produk atau instrumen sebelum melibatkan validasi dari pihak eksternal, seperti para ahli atau pengguna (Plomp & Nieveen, 2007). Pada tahapan ini, peneliti melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap e-modul, yang kemudian diikuti dengan perbaikan-perbaikan awal berdasarkan temuan yang ada. Proses *self-evaluation* mencakup penelaahan tata bahasa dalam penulisan, peninjauan kejelasan simbol dan ukuran huruf, serta penilaian terhadap kelayakan materi yang disajikan. Selain itu, peneliti juga melakukan penyempurnaan di berbagai aspek agar e-modul siap untuk tahap validasi oleh para ahli. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa kualitas awal produk sudah sesuai standar sebelum dievaluasi lebih lanjut oleh pihak eksternal.

Self-evaluation dilakukan sebagai tahap awal untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terlihat jelas pada rancangan e-modul. Evaluasi ini difokuskan pada dua bagian utama, yaitu materi dan kebahasaan, serta satu aspek tambahan yaitu keterbacaan. Pada bagian materi, aspek-aspek yang diamati meliputi: (1) Keteraturan dalam menata gambar dan teks pada e-modul sangat penting agar tampilan setiap halaman terlihat rapi dan terstruktur, (2) Kejelasan judul serta penggunaan warna yang menarik sangat berperan dalam memudahkan mahasiswa untuk mengidentifikasi setiap bagian materi di dalam e-modul, (3) keteraturan ukuran tulisan, (3) Daya tarik animasi yang digunakan dalam e-modul memegang peran penting dalam menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan. Pada bagian kebahasaan, evaluasi dilakukan terhadap: (1) penggunaan bahasa Indonesia yang baik dan benar, (2) kesesuaian penggunaan istilah dan kalimat. Sedangkan pada aspek keterbacaan, evaluasi diarahkan untuk

memastikan bahwa seluruh isi modul mudah dibaca, dipahami, dan tidak membingungkan bagi mahasiswa. Dengan melakukan evaluasi pada aspek-aspek tersebut, diharapkan prototipe e-modul yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas sebelum dilanjutkan ke tahap validasi oleh para ahli dan uji coba lebih lanjut.

2) *Expert Review* dan *One to One*

Pada tahap ini, peneliti berupaya memastikan kualitas e-modul yang telah dikembangkan melalui proses *expert review* dan *one-to-one evaluation*. *Expert review* dilakukan untuk memvalidasi e-modul dengan melibatkan para validator yang menilai aspek kelayakan isi, penyajian, penggunaan bahasa, dan tampilan grafis e-modul. Sementara itu, uji coba *one-to-one* dilakukan dengan melibatkan tiga mahasiswa Teknik Industri, di mana e-modul diberikan untuk dievaluasi secara langsung. Kedua proses evaluasi ini baik oleh ahli maupun mahasiswa dilakukan secara bersamaan sebagai bagian dari evaluasi formatif.

Penilaian dari para ahli berfokus pada pengukuran tingkat validitas e-modul melalui pemberian penilaian serta saran-saran konstruktif yang mencakup konten, desain visual, dan kelayakan penggunaan e-modul dalam pembelajaran. Masukan yang diberikan oleh para validator akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan sebelum e-modul diuji coba lebih lanjut dalam lingkup yang lebih luas. Selain itu, melalui *one-to-one evaluation*, mahasiswa yang terlibat memberikan umpan balik langsung mengenai kejelasan, keterbacaan, serta kemudahan penggunaan e-modul. Masukan dari mahasiswa sangat penting untuk menyesuaikan e-modul dengan kebutuhan dan pengalaman pengguna sebenarnya di lapangan. Setiap bagian e-modul yang divalidasi oleh para ahli kemudian dipaparkan secara sistematis dalam Tabel 3.3 untuk memperjelas aspek-aspek yang telah dievaluasi dalam proses validasi ini.

Tabel 3.3 Validasi Produk

Validasi Produk	Instrumen
Instrumen kemampuan berpikir statistik	Lembar validasi oleh pakar Pendidikan matematika yang ahli dalam bidang statistik
e-modul statistik industri untuk pembelajaran berbasis masalah	Lembar validasi e-modul yang sudah ahli pada materi dan ahli pada media untuk memvalidasi e-modul

Aspek yang divalidasi dalam instrumen e-modul statistik meliputi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan unsur grafis. Keempat aspek ini menjadi landasan utama dalam proses penilaian, untuk memastikan bahwa e-modul yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas, baik dari sisi materi, penggunaan bahasa, struktur penyampaian, maupun tampilan visualnya. Tahapan validasi ini dilakukan bersamaan dengan evaluasi *one-to-one*, yang melibatkan tiga mahasiswa Teknik Industri sebagai partisipan.

Pada tahap ini, mahasiswa diminta untuk menggunakan e-modul yang sudah disusun, lalu memberikan masukan terkait kemudahan penggunaan, kejelasan materi yang disajikan, visualisasi, serta aspek lain yang menurut mereka berpengaruh dalam proses pembelajaran. Seluruh umpan balik dari mahasiswa sangat penting untuk dijadikan dasar dalam memperbaiki dan menyempurnakan e-modul, sehingga produk yang dikembangkan benar-benar sesuai kebutuhan pengguna sebelum akhirnya diterapkan secara lebih luas. Pelaksanaan evaluasi *one-to-one* serta hasil tanggapan mahasiswa terhadap e-modul dapat dilihat secara lebih detail pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Pelaksanaan tahap *One-to-One Evaluation*

Kegiatan, responden dan instrumen	Keterangan
Tujuan	Memberikan informasi terkait saran, masukan, materi atau simbol yang tidak terbaca atau sulit dipahami pada e-modul.
Responden	Tiga orang mahasiswa Teknik industri semester V
Pelaksanaan kegiatan	1. Pembelajaran dilakukan secara <i>blended learning</i> diluar jam mata kuliah

Kegiatan, responden dan instrumen	Keterangan
	2. Mahasiswa menggunakan e-modul 3. Pada pertemuan terakhir dilakukan wawancara terkait e-modul
Evaluasi yang diberikan	1. Kemenarikan e-modul 2. Kesalahan pengetika 3. Konsep yang terdapat dalam e-modul 4. Kejelasan tahapan e-modul
Insrumen	1. Angket praktikalitas e-modul 2. Pedoman wawancara dengan mahasiswa

Instrumen angket dan pedoman wawancara yang digunakan dalam penelitian ini telah melalui proses validasi oleh lima dosen yang memiliki keahlian di bidangnya masing-masing. Proses validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aspek yang diukur dalam angket praktikalitas e-modul mahasiswa pada tahap evaluasi *one-to-one* telah memenuhi standar keilmuan dan relevansi dengan kebutuhan penelitian. Hasil dari validasi tersebut menunjukkan bahwa seluruh aspek yang terkandung dalam instrumen, sebagaimana tertera dalam lampiran, telah dinyatakan valid oleh para validator. Dengan demikian, baik angket praktikalitas maupun pedoman wawancara yang digunakan dapat dinyatakan layak dan dapat diandalkan sebagai alat untuk mengumpulkan data pada tahapan evaluasi berikutnya.

Tak hanya sekadar dinyatakan valid, instrumen-instrumen tersebut juga mengalami proses perbaikan dan penyempurnaan. Revisi dilakukan dengan mengakomodasi berbagai masukan konstruktif yang diperoleh selama pelaksanaan evaluasi *one-to-one* maupun dari para pakar dalam tahap *expert review*. Seluruh saran dan rekomendasi yang diberikan oleh dosen ahli serta tanggapan langsung dari mahasiswa menjadi dasar utama untuk menyempurnakan substansi dan teknis instrumen. Setelah tahap revisi selesai dilakukan, instrumen angket dan pedoman wawancara ini dituangkan dalam bentuk prototipe II. Prototipe II merupakan versi hasil penyempurnaan yang telah siap untuk diuji lebih lanjut pada tahapan

pengembangan berikutnya. Pada tahapan ini, e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah akan dievaluasi secara lebih luas untuk menilai sejauh mana efektivitas dan praktikalitasnya dalam mendukung pembelajaran mahasiswa Teknik Industri. Dengan demikian, seluruh rangkaian proses validasi, revisi, dan penyusunan prototipe II memastikan bahwa instrumen yang digunakan benar-benar representatif, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan penelitian, sehingga hasil yang diperoleh dari tahapan pengumpulan data berikutnya akan lebih valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3) *Small Group Evaluation* (Evaluasi Kelompok Kecil)

Hasil dari prototipe II, setelah melalui tahap *expert review* dan *one to one*, maka tahap selanjutnya adalah uji coba kecil. Uji cob ini dilakukan pada tujuh orang mahasiswa Tingkat lima (semester V) yang telah menerima mata kuliah statistik industri. Tahap pelaksanaan *small group*, akan dijelaskan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 *Small Group Evaluation*

No	Aktivitas, responden serta instrumen	Keterangan
1	Responden	Tujuh orang mahasiswa semester lima
2	Prosedur pelaksanaan penilaian perorangan	Pada tahap ini, tujuh orang mahasiswa yang menjadi sampel kelompok kecil mengikuti uji coba produk tahap II. Pemilihan mahasiswa dilakukan secara purposive berdasarkan rekomendasi dari dosen. Di akhir sesi, mahasiswa diminta untuk mengisi angket praktikalitas, angket kemandirian belajar, serta mengikuti tes kemampuan berpikir statistik. Selain itu, wawancara juga dilakukan untuk menggali informasi terkait kelebihan dan kekurangan e-modul statistik yang telah dikembangkan.
3	Evaluasi	Praktikalitas e-modul serta efektivitas e-modul

No	Aktivitas, responden serta instrumen	Keterangan
4	Instrumen	Angket praktikalitas, angket kemandirian belajar, tes berpikir statistik, pedoman wawancara

Pada tahap *small group evaluation*, peneliti mengumpulkan data yang selanjutnya dianalisis untuk menilai tingkat praktikalitas dan efektivitas e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah yang telah dikembangkan. Hasil revisi dari tahap ini disebut sebagai prototipe III. Prototipe tersebut kemudian diuji lebih lanjut pada tahap berikutnya, yaitu field test atau uji coba akhir e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah.

3.3.3 *Assessment phase* (Tahap Penilaian)

Tahap penilaian ini menjadi bagian akhir dari rangkaian proses penelitian pengembangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti melaksanakan uji coba lapangan (*field test*) sebagai bagian terakhir dari proses evaluasi formatif, sebagaimana dijelaskan oleh Tessmer. Uji coba lapangan ini bertujuan untuk menilai seberapa efektif dan dapat diterimanya prototipe e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah statistik ketika diimplementasikan dalam situasi pembelajaran nyata. Tahap *field test*, e-modul diuji dalam lingkungan yang sama dengan penggunaan sesungguhnya, sehingga peneliti dapat memperoleh data yang autentik dan relevan. Berbagai masukan dan umpan balik yang diperoleh dari mahasiswa serta dosen pada tahap ini sangat penting untuk mengevaluasi sejauh mana e-modul mampu memenuhi tujuan pembelajaran, membantu penguasaan materi statistik, dan capaian berpikir statistik serta kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Data yang dikumpulkan pada tahap ini dianalisis secara menyeluruh untuk menilai keberhasilan implementasi e-modul dan mengidentifikasi area yang masih memerlukan perbaikan. Dengan demikian, *field test* tidak hanya berfungsi

untuk menguji efektivitas produk, tetapi juga sebagai kesempatan terakhir untuk melakukan penyempurnaan sebelum e-modul diadopsi secara lebih luas dalam pembelajaran.

Tahap uji coba lapangan ini dirancang agar dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kinerja e-modul dalam konteks sesungguhnya, sekaligus memastikan bahwa produk yang dikembangkan benar-benar bermanfaat dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa Teknik Industri. Rincian pelaksanaan dan hasil dari uji coba lapangan ini dapat dilihat secara lebih detail pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Kegiatan *Field Tes*

Kegiatan dan Instrumen	Keterangan
Responden	Mahasiswa Teknik industri di semester III kelas A, sebanyak 30 orang mahasiswa
Pelaksanaan	1. Melakukan <i>trial</i> e-modul statistik industri mahasiswa Teknik industri di kelas A 2. Peneliti berperan sebagai dosen serta fasilitator dalam pembelajaran <i>Trial</i> e-modul ini, dilakukan kepada mahasiswa Teknik industri yang belum pernah menerima matakuliah statistik industri 3. Ujicoba dilakukan kepada mahasiswa yang belum mempelajari atau menerima matakuliah statistik industri 4. Pada akhir kegiatan, mahasiswa diberikan angket respon, angket kemandirian belajar dan tes berpikir statistik untuk melihat hasil dari <i>trial</i> produk e-modul statistik ini
Evaluasi	1. Pratikalitas 2. Efektivitas
Instrumen	1. Angket praktikalitas e-modul untuk pembelajaran berbasis masalah statistik 2. Angket efektivitas e-modul 3. Angket kemandirian belajar 4. Soal tes berpikir statistik 5. Pedoman wawancara dengan mahasiswa

Pada proses *field test*, aspek-aspek yang dinilai melalui angket praktikalitas e-modul dan angket kemandirian belajar tetap mengacu pada indikator yang telah diterapkan pada tahapan evaluasi sebelumnya. Pendekatan ini dipilih agar proses pengukuran berlangsung secara konsisten di setiap tahap pengujian. Dengan menjaga kesamaan indikator, peneliti dapat memantau perkembangan dan membandingkan hasil evaluasi pada setiap tahapan secara objektif, sehingga memperoleh gambaran yang lebih utuh dan terukur mengenai efektivitas e-modul yang dikembangkan.

Konsistensi dalam penilaian juga memudahkan peneliti untuk melihat pola perubahan, baik dari sisi kepraktisan penggunaan e-modul maupun dari aspek perkembangan self-regulated learning pada mahasiswa. Dengan demikian, setiap perbaikan atau penyesuaian yang dilakukan pada e-modul dapat dievaluasi secara menyeluruh melalui perbandingan hasil pada berbagai tahap pengujian. Sementara itu, untuk memperoleh data yang lebih mendalam, peneliti juga menggunakan pedoman wawancara khusus yang ditujukan kepada mahasiswa pada tahap *field test*. Pedoman wawancara ini memuat aspek-aspek yang relevan dengan implementasi e-modul dalam pembelajaran nyata, mulai dari kemudahan akses, daya tarik materi, hingga tantangan yang dihadapi mahasiswa saat menggunakan e-modul. Seluruh aspek yang dimasukkan dalam panduan wawancara telah disusun secara sistematis agar proses pengumpulan informasi berjalan terarah dan mendalam. Adapun rincian lengkap mengenai aspek-aspek yang digunakan dalam pedoman wawancara ini dapat dilihat pada bagian lampiran. Dengan demikian, seluruh proses evaluasi yang dilakukan pada tahap *field test* diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif dan akurat terkait kualitas dan efektivitas e-modul statistik dalam mendukung pembelajaran di lingkungan Teknik Industri.

Tahap *field test* pada penelitian ini dilakukan dengan cara menguji penggunaan prototipe e-modul statistik kepada mahasiswa Program Studi Teknik Industri. Sebelumnya, proses evaluasi telah dilaksanakan secara bertahap, dimulai dari evaluasi individual (*one-to-one evaluation*) dan dilanjutkan dengan evaluasi

kelompok kecil (*small group evaluation*). Setiap hasil evaluasi pada kedua tahap tersebut dimanfaatkan untuk melakukan revisi dan penyempurnaan pada draft e-modul yang dikembangkan. Ketika memasuki tahap *field test*, e-modul diujicobakan secara lebih luas pada satu kelas besar yang terdiri dari 30 mahasiswa. Pelaksanaan *field test* ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kepraktisan penggunaan serta efektivitas e-modul ketika diterapkan dalam situasi pembelajaran yang nyata dan melibatkan lebih banyak mahasiswa. Dengan cara ini, peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai bagaimana e-modul dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran statistik industri. Seluruh data yang terkumpul dari tahap *field test* ini digunakan sebagai landasan untuk menilai keberhasilan dan kesiapan e-modul sebelum diimplementasikan secara lebih luas di lingkungan Teknik Industri. Umpan balik yang diperoleh menjadi referensi penting bagi penyempurnaan akhir e-modul, sehingga produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa serta mampu mendukung peningkatan kualitas pembelajaran statistik di perguruan tinggi teknik.

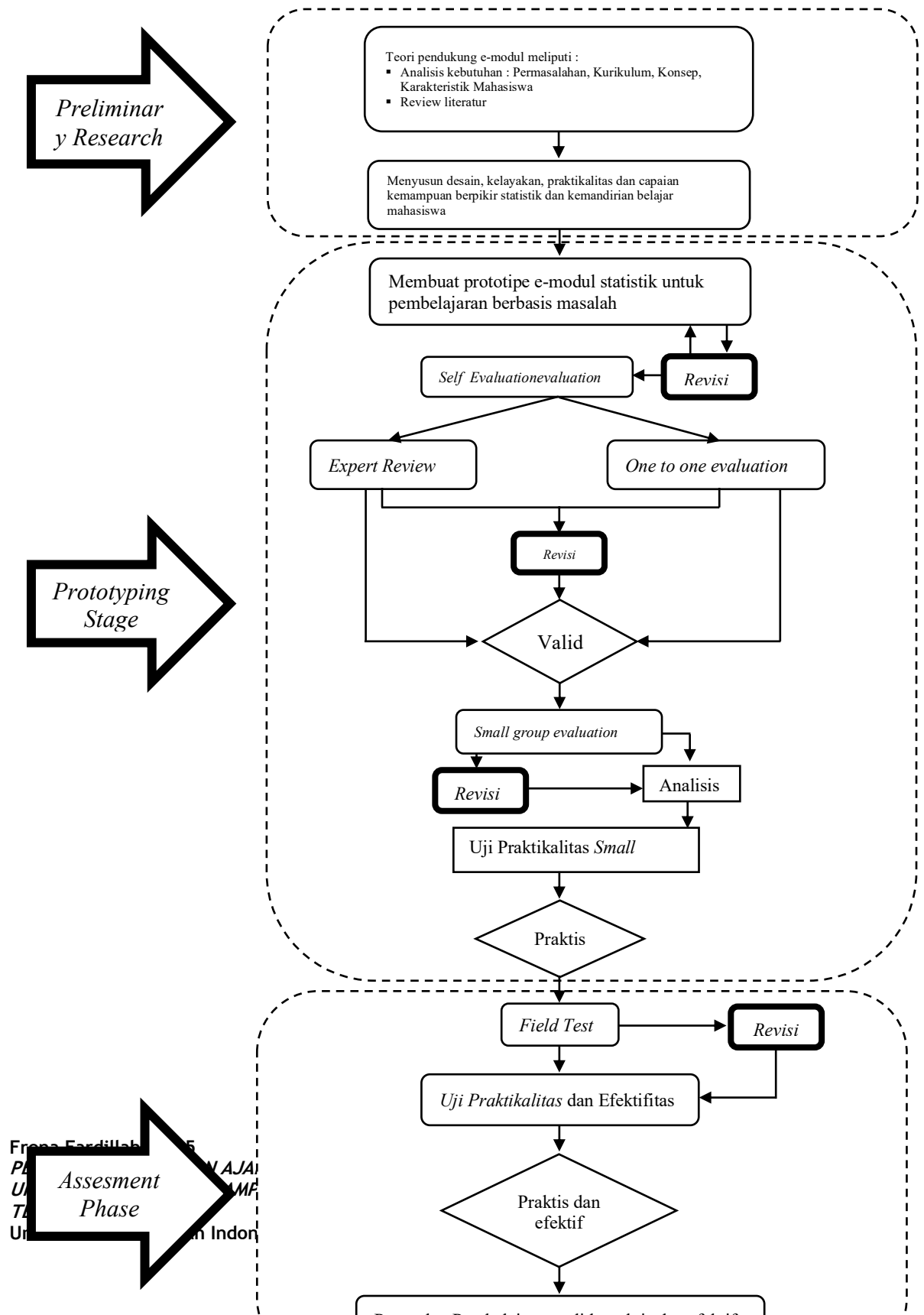
Efektivitas suatu produk merujuk pada sejauh mana produk tersebut mampu memberikan dampak positif bagi penggunanya. Dalam konteks penelitian ini, efektivitas e-modul dinilai berdasarkan kontribusinya dalam meningkatkan kemampuan statistical thinking dan self-regulated learning pada mahasiswa. E-modul dianggap efektif apabila mayoritas mahasiswa yang menggunakannya berhasil memperoleh nilai di atas standar ketuntasan pada mata kuliah statistik industri. Proses penilaian efektivitas ini dilaksanakan secara sistematis dan tahapannya dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Penilaian tahap Field Tes

Pegumpulan data	Instrumen	Tujuan
Pemberian angket praktikalitas e-modul statistik	angket praktikalitas e-modul statistik	Melihat kepraktisan e-modul statistik industri yang telah dirancang

Pegumpulan data	Instrumen	Tujuan
Pemberian angket kemandirian belajar untuk mahasiswa setelah e-modul diberikan	Angket kemandirian	Mengetahui dampak penggunaan e-modul statistik terhadap kemandirian belajar mahasiswa
Tes akhir	Soal tes kemampuan berpikir statistik	Mengetahui dampak penggunaan e-modul statistik terhadap kemampuan berpikir statistik mahasiswa Teknik industri

Merujuk pada tahapan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, prosedur penelitian pengembangan dalam studi ini didasarkan pada model *Education Design Research* sebagaimana dikemukakan oleh Plomp. Secara umum, rangkaian langkah penelitian ini dapat digambarkan secara ringkas pada Gambar 3.1 berikut. Prosedur ini menjadi landasan utama dalam setiap tahap pengembangan, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi akhir, sehingga proses penelitian berjalan terarah dan sistematis.



3.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian pengembangan ini dilakukan dengan memadukan metode 1 **Gambar 3.3** Alur Pengembangan E-modul n melalui observasi, wawancara, angket praktikalitas, angket kemandirian belajar, serta dokumentasi. Sementara itu, data kuantitatif diperoleh menggunakan instrumen pengukuran tes berpikir statistik, yang bertujuan untuk menilai sejauh mana capaian kemampuan berpikir statistik mahasiswa setelah mereka menggunakan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah. Pendekatan kombinasi ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai dampak e-modul terhadap proses dan hasil belajar mahasiswa.

3.4.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan melihat sejauh mana e-modul ini dapat di implentasikan dalam perkuliahan statistik indutri. Pada awal penelitian, telah dilakukan observasi untuk melihat pembelajaran sebelumnya khususnya pada mata kuliah statistik industri, peneliti melihat permasalahan yang ada, sehingga hal ini menjadi awal penelitian pengembangan e-modul. Selama observasi ini, peneliti melihat bagaimana pelaksanaan pembelajaran, materi perkuliahan, serta bahan ajar yang digunakan. Sehingga peneliti memperoleh informasi yang akurat, dan ini menjadi awal penelitian pengembangan e-modul statistik tes kemampuan berpikir statistik. Pada tahap selanjutnya yaitu uji coba produk dan tahap evaluasi *one to one* peneliti melihat bagaimana pengujian dari e-modul ini, sehingga peneliti memperoleh gambaran terkait kendala pada implementasi e-modul, ini menjadi informasi yang penting bagi perbaikan e-modul. Pada tahap akhir, observasi

dilakukan dengan tujuan melihat implementasi e-modul yang diberikan pada 30 orang mahasiswa Teknik industri.

3.4.2 Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini memiliki peranan penting, yaitu pada tahapan awal penelitian. Wawancara dilakukan untuk mengetahui masalah yang ada, sehingga peneliti dapat memberikan solusi secara ilmiah terkait permasalahan tersebut. Wawancara juga memudahkan peneliti dalam memperoleh informasi secara mendalam, terkait permasalahan yang ada. Creswell (2016) berpendapat bahwa metode pengumpulan data melalui wawancara sangat bermanfaat untuk memperoleh data yang bersifat subjektif dan eksploratif, sehingga peneliti dapat memahami realitas sosial secara lebih komprehensif. Pada penelitian ini, wawancara dilakukan pada tahap *preliminary research*, *prototype stage* dan *assessment phase*.

3.4.3 Lembar validasi

Nieveen (1999), validasi instrumen oleh para ahli merupakan tahapan awal yang sangat penting sebelum instrumen tersebut digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Dalam konteks penelitian ini, lembar validasi memiliki peran sentral untuk menilai sejauh mana keunggulan maupun kekurangan yang terdapat pada e-modul statistik berbasis *problem based-learning*. Proses validasi ini dilakukan secara berkelanjutan, dimulai dari tahap *preliminary research*, *prototype stage*, hingga *assessment phase*. Dengan cara ini, setiap perkembangan dan perubahan pada e-modul dapat dievaluasi secara sistematis, sehingga modul yang dihasilkan nantinya benar-benar sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik mahasiswa Teknik Industri. Selain itu, penggunaan lembar validasi juga sangat bermanfaat dalam mencegah munculnya ambiguitas, baik dalam penyusunan materi maupun dalam desain e-

modul itu sendiri. Hal ini memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan tidak hanya memiliki kejelasan dari segi konten dan tampilan, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang efektif dan relevan bagi para penggunanya. Melalui proses validasi yang cermat dan komprehensif, setiap aspek dalam e-modul dapat dikaji dan diperbaiki berdasarkan masukan para ahli.

Oleh karena itu, tahapan validasi instrumen ini tidak hanya menjadi tolok ukur awal sebelum e-modul diterapkan dalam pembelajaran, tetapi juga berperan penting dalam memastikan relevansi dan kualitas e-modul secara keseluruhan. Dengan demikian, e-modul statistik berbasis masalah, yang dihasilkan dapat benar-benar mendukung pencapaian tujuan pembelajaran dan menjawab kebutuhan nyata di lingkungan pendidikan Teknik Industri.

3.4.4 Dokumentasi

Dokumentasi bertujuan memberikan bukti, bahwa penelitian pengembangan ini telah dilakukan sesuai dengan tahapan yang telah dijelaskan, dokumentasi mempermudah peneliti dalam pengumpulan data baik yang sifatnya tertulis, maupun visual. Dokumentasi juga mempermudah peneliti dalam melaksanakan proses validasi. Moleong (2017) menjelaskan, dokumentasi dapat memberikan informasi yang tidak dapat diperoleh melalui metode lain serta dapat digunakan untuk menelusuri perkembangan, perubahan, atau pola yang terjadi dalam suatu objek penelitian dari waktu ke waktu.

3.4.5 Tes Kemampuan Berpikir Statistik

Tes kemampuan berpikir statistik diberikan setelah selesai pada tahap *field tes*, dengan tujuan melihat berpikir statistik mahasiswa setelah e-modul digunakan. Pengembangan tes berpikir statistik sesuai dengan indikator yang digunakan dalam penelitian ini.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian memegang peranan penting sebagai alat utama dalam proses pengumpulan data, yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang tepat, relevan, dan objektif mengenai efektivitas pengembangan bahan ajar e-modul statistik berbasis masalah. Dalam penelitian ini, peneliti merancang berbagai instrumen secara menyeluruh agar dapat mengukur beragam aspek, mulai dari validitas dan kepraktisan, hingga sejauh mana penggunaan e-modul berpengaruh terhadap pencapaian akhir kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Agar instrumen yang digunakan benar-benar layak dan mampu memberikan data yang akurat, seluruh instrumen telah melalui tahapan validasi oleh para ahli di bidangnya. Proses validasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa setiap instrumen, baik dari segi konten, struktur, maupun format, sudah memenuhi standar ilmiah dan siap diterapkan dalam penelitian.

Berbagai jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain berupa lembar observasi untuk merekam proses dan situasi pembelajaran, pedoman wawancara yang membantu menggali informasi secara mendalam dari responden, angket untuk mendapatkan tanggapan dari mahasiswa secara terstruktur, serta lembar *checklist* guna memastikan ketercapaian aspek-aspek penting selama implementasi e-modul. Selain itu, soal tes khusus juga dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir statistik mahasiswa setelah menggunakan e-modul berbasis masalah. Dengan menggunakan instrumen yang sudah tervalidasi dan dirancang secara komprehensif, diharapkan data yang diperoleh benar-benar mencerminkan kondisi sesungguhnya di lapangan. Hasil dari pengumpulan data tersebut kemudian menjadi dasar yang kuat untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan pengembangan e-modul, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai secara maksimal dan memberikan kontribusi nyata bagi pembelajaran di Program Studi Teknik Industri.

3.5.1 Instrumen Investigasi Awal Penelitian

Frena Fardillah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL UNTUK PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM UPAYA PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR STATISTIK DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tahap investigasi awal, yang juga dikenal sebagai tahap analisis pendahuluan, merupakan pondasi penting dalam keseluruhan proses pengembangan e-modul statistik berbasis masalah. Pada fase ini, peneliti melakukan serangkaian analisis mendalam yang mencakup beberapa aspek utama, yakni analisis permasalahan, analisis kurikulum, analisis konsep, serta analisis karakteristik mahasiswa. Seluruh analisis tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kebutuhan riil di lapangan, sehingga rancangan e-modul yang dikembangkan benar-benar relevan dan selaras dengan tantangan serta dinamika pembelajaran pada Program Studi Teknik Industri.

Analisis permasalahan dimulai dengan mengidentifikasi berbagai kendala yang dihadapi dalam proses pembelajaran statistik di kelas. Peneliti mencermati faktor-faktor yang menyebabkan mahasiswa kesulitan memahami materi, mulai dari cara penyampaian dosen, keterbatasan bahan ajar, hingga rendahnya motivasi belajar. Proses ini juga melibatkan pengumpulan data primer melalui pengamatan langsung di kelas dan wawancara dengan pihak-pihak terkait, baik dosen maupun mahasiswa. Dengan demikian, peneliti dapat memetakan permasalahan yang paling penting untuk segera dicarikan solusinya melalui pengembangan e-modul. Selain itu, analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah struktur dan isi kurikulum yang berlaku pada Program Studi Teknik Industri. Peneliti menelusuri keterkaitan antara materi-materi yang diajarkan, capaian pembelajaran, serta kompetensi yang ditargetkan dalam kurikulum tersebut. Informasi ini penting untuk memastikan bahwa konten e-modul nantinya benar-benar mendukung pencapaian tujuan pembelajaran serta tidak bertentangan dengan kebijakan akademik yang berlaku.

Pada tahap analisis konsep, peneliti berfokus pada pemilihan, penataan, dan penyusunan materi statistik yang paling sesuai untuk diintegrasikan ke dalam e-modul. Materi yang dipilih mengacu pada hasil analisis kurikulum dan kebutuhan aktual mahasiswa. Peneliti juga mempertimbangkan aspek kebaruan materi serta relevansinya dengan konteks industri, sehingga e-modul tidak hanya memberikan

pengetahuan konseptual, tetapi juga mampu mengasah keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang sangat dibutuhkan di dunia kerja. Aspek lain yang tak kalah penting adalah analisis karakteristik mahasiswa.

Peneliti menggunakan berbagai instrumen, seperti angket dan wawancara, untuk menggali lebih jauh profil mahasiswa, gaya belajar, tingkat penguasaan awal terhadap materi statistik, serta preferensi mereka terhadap model pembelajaran digital. Hasil dari analisis karakteristik ini menjadi pertimbangan utama dalam menentukan pendekatan, desain, dan fitur interaktif dalam e-modul, agar lebih mudah diterima dan dimanfaatkan oleh mahasiswa. Untuk mendukung proses analisis tersebut, berbagai instrumen penelitian digunakan secara terintegrasi. Pedoman observasi digunakan untuk mengamati langsung aktivitas mahasiswa di kelas, terutama terkait sejauh mana mereka terlibat aktif, berinteraksi, dan memperlihatkan pola pikir ketika berhadapan dengan materi statistik. Data observasi ini sangat penting dalam merancang konten e-modul agar sesuai dengan situasi nyata yang terjadi di kelas.

Selain observasi, pedoman wawancara juga disusun secara sistematis guna menggali pandangan dosen dan mahasiswa terkait pembelajaran statistik. Melalui wawancara, peneliti memperoleh informasi mendalam tentang tantangan, harapan, serta masukan yang dapat digunakan untuk memperbaiki desain e-modul. Angket yang dirancang khusus pun diberikan kepada mahasiswa untuk memotret karakteristik dan kebutuhan belajar mereka secara kuantitatif. Seluruh instrumen yang digunakan pada tahap analisis pendahuluan ini telah melalui proses validasi oleh para ahli guna memastikan bahwa setiap aspek yang diamati benar-benar relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan validasi tersebut, peneliti memperoleh keyakinan bahwa data yang dikumpulkan dapat diandalkan sebagai dasar perancangan e-modul yang efektif dan tepat sasaran.

Hasil dari proses investigasi awal ini menjadi rujukan utama dalam merancang isi, metode penyajian, serta pendekatan pembelajaran dalam e-modul

statistik berbasis problem based learning. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi statistik, tetapi juga benar-benar mendukung terciptanya pembelajaran yang interaktif, kontekstual, dan relevan dengan dunia industri masa kini. Rincian mengenai aspek-aspek yang divalidasi dalam lembar observasi dapat dilihat secara lebih lengkap pada lampiran Tabel 3.8 di bagian akhir bab ini.

Tabel 3.8 Aspek – aspek validasi instrumen lembar observasi

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Memastikan bahwa pernyataan-pernyataan dalam lembar observasi mampu mengungkap informasi yang relevan dan dibutuhkan dalam proses penyusunan e-modul statistik berbasis masalah
Bahasa		

Setelah melalui proses validasi oleh empat orang validator yang memiliki keahlian di bidang pengembangan instrumen dan pembelajaran, lembar observasi dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam tahap analisis pendahuluan. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa setiap pernyataan dalam lembar observasi telah sesuai dengan tujuan penelitian dan mampu mengukur aspek-aspek yang relevan dengan kebutuhan pengembangan e-modul statistik berbasis masalah. Rekapitulasi hasil validasi lembar observasi secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Instrumen selanjutnya yang digunakan pada tahap analisis pendahuluan adalah pedoman wawancara kepada dosen. Instrumen ini dirancang untuk menggali informasi secara mendalam yang berkaitan dengan proses pembelajaran dan digunakan sebagai dasar dalam penyusunan e-modul statistik berbasis masalah. Pedoman wawancara bertujuan untuk memperoleh data mengenai berbagai aspek penting, seperti proses pelaksanaan pembelajaran, jenis bahan ajar yang digunakan,

kendala yang dihadapi selama pembelajaran, serta sejauh mana kemampuan statistical thinking mahasiswa terlihat dalam mata kuliah Statistik Industri. Data hasil wawancara ini memberikan kontribusi penting dalam penyusunan materi dan desain e-modul agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pembelajaran yang berlangsung. Pedoman wawancara dosen untuk keperluan analisis pendahuluan secara lengkap disajikan pada Lampiran. Sebelum digunakan dalam proses pengumpulan data, pedoman wawancara ini telah divalidasi oleh para ahli guna memastikan kesesuaian isi, kejelasan bahasa, serta relevansi pertanyaan terhadap tujuan penelitian. Validasi dilakukan untuk menjamin bahwa instrumen tersebut mampu mengungkap informasi yang dibutuhkan secara akurat dan sistematis. Tabel 3.9 berikut menyajikan aspek-aspek yang divalidasi oleh validator terhadap instrumen pedoman wawancara dosen:

Tabel 3.9 Aspek – aspek validasi instrumen pedoman wawancara kepada dosen

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Pedoman wawancara dengan dosen	Memastikan bahwa pertanyaan-pertanyaan dalam pedoman wawancara telah mengungkap informasi yang dibutuhkan dalam proses penyusunan e- modul statistik.
Bahasa		

Setelah melalui proses validasi oleh empat orang validator yang memiliki keahlian di bidang pendidikan dan pengembangan instrumen, pedoman wawancara dengan dosen dinyatakan valid dan layak digunakan dalam proses pengumpulan data pada tahap analisis pendahuluan. Validasi dilakukan untuk menilai kesesuaian isi pertanyaan, kejelasan bahasa, serta relevansi terhadap tujuan penelitian, khususnya dalam konteks penyusunan e-modul statistik berbasis masalah. Hasil rekapitulasi validasi pedoman wawancara dengan dosen secara lengkap disajikan pada Lampiran.

Penelitian ini juga menggunakan pedoman wawancara kepada mahasiswa sebagai bagian dari instrumen analisis pendahuluan. Pedoman wawancara ini

dirancang untuk memperoleh informasi langsung dari mahasiswa terkait latar belakang akademik dan pengalaman belajar mereka, khususnya dalam konteks pembelajaran statistik. Beberapa aspek yang ditanyakan dalam wawancara ini meliputi identitas diri, termasuk latar belakang pendidikan saat di jenjang SMA atau SMK, pengalaman mengikuti pembelajaran statistik, kesulitan yang dihadapi, serta persepsi mereka terhadap pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Data yang diperoleh dari wawancara mahasiswa berfungsi untuk melengkapi informasi dalam proses perancangan e-modul, terutama agar pengembangan konten dan penyajian dapat disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan belajar mahasiswa secara nyata. Pedoman wawancara kepada mahasiswa untuk keperluan analisis pendahuluan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Sebelum digunakan dalam proses pengumpulan data, pedoman wawancara ini telah melalui proses validasi oleh para ahli untuk memastikan kejelasan, kelayakan, serta kesesuaian pertanyaan dengan tujuan penelitian. Validasi dilakukan untuk menjamin bahwa instrumen ini mampu mengungkap informasi yang relevan dan mendalam. Tabel berikut menyajikan aspek-aspek yang divalidasi oleh validator terhadap instrumen pedoman wawancara mahasiswa.

Tabel 3.10 Aspek Validasi Instrumen Pedoman Wawancara Mahasiswa

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Pedoman wawancara dengan mahasiswa	Memastikan bahwa pertanyaan-pertanyaan dalam pedoman wawancara kepada mahasiswa mengungkap kebutuhan untuk penyusunan pengembangan e-modul statistik.
Bahasa		

Setelah melalui proses validasi oleh empat orang validator yang ahli di bidang pendidikan dan pengembangan instrumen, pedoman wawancara dengan mahasiswa dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pengumpulan data pada

tahap analisis pendahuluan. Validasi dilakukan untuk menilai kesesuaian isi pertanyaan, kejelasan bahasa, dan relevansi pertanyaan terhadap tujuan penelitian, khususnya dalam konteks identifikasi kebutuhan konten pada pengembangan e-modul statistik berbasis masalah. Rekapitulasi hasil validasi terhadap pedoman wawancara dengan mahasiswa secara lengkap disajikan pada Lampiran

Angket karakteristik mahasiswa digunakan dalam penelitian ini sebagai instrumen untuk mengidentifikasi karakteristik mahasiswa yang relevan dan dibutuhkan dalam perancangan e-modul statistik berbasis masalah. Informasi yang diperoleh melalui angket ini berfungsi sebagai dasar dalam menyesuaikan konten, pendekatan, serta desain penyajian e-modul agar sesuai dengan kebutuhan, latar belakang, dan preferensi belajar mahasiswa. Adapun aspek-aspek yang digunakan dalam angket karakteristik mahasiswa sebagai berikut:

Tabel 3.11 Aspek-aspek Pada Analisis Karakteristik Mahasiswa

Metode Pengumpulan Data	Instrumen	Fokus Penelitian
Analisis Dokumen	Angket karakteristik	1. Bagaimana pengalaman belajar statistik 2. Menanyakan kebiasaan belajar 3. Menanyakan akses perangkat yang digunakan dalam belajar 4. Menanyakan topik statistik yang sulit dipahami 5. Menanyakan warna atau tampilan e-modul yang disukai mahasiswa 6. Menanyakan jenis huruf pada e-modul yang disukai mahasiswa

Setelah melalui proses validasi oleh empat orang validator yang memiliki kompetensi dalam bidang pendidikan dan pengembangan instrumen, angket karakteristik mahasiswa dinyatakan valid dan layak digunakan dalam proses pengumpulan data pada tahap analisis pendahuluan. Validasi dilakukan untuk menilai kesesuaian isi, kejelasan bahasa, relevansi indikator terhadap tujuan

penelitian, serta keterpahaman responden. Angket ini berperan penting dalam mengungkap karakteristik mahasiswa yang menjadi dasar dalam perancangan e-modul statistik berbasis masalah. Rekapitulasi hasil validasi terhadap angket karakteristik mahasiswa secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

Seluruh instrumen penelitian yang digunakan pada tahap investigasi awal telah melalui proses validasi oleh para validator, yang terdiri dari empat orang dosen matematika dengan keahlian di bidang statistika. Proses validasi dilakukan untuk memastikan bahwa setiap instrumen baik lembar observasi, pedoman wawancara (dosen dan mahasiswa), maupun angket karakteristik mahasiswa memenuhi kriteria kelayakan isi, kejelasan bahasa, serta relevansi terhadap tujuan penelitian. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh instrumen dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam proses pengumpulan data pada tahap investigasi awal. Adapun rekapitulasi instrumen yang telah divalidasi beserta status validitasnya disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 3.12 Instrumen Pada tahap Investigasi Awal

Instrumen Penelitian	Tujuan
Lembar Observasi	Untuk mengamati dan mencatat proses pembelajaran, karakteristik mahasiswa dalam pembelajaran dan menilai kelayakan e-modul yang digunakan
Pedoman Wawancara	Untuk mengungkapkan tanggapan dosen terhadap pembelajaran dan modul yang digunakan selama ini
Angket Karakteristik Mahasiswa	Untuk memberikan data tentang karakteristik pembelajaran dan modul yang diinginkan mahasiswa

3.5.2 Instrumen menguji validitas

Instrumen yang divalidasi dalam penelitian ini juga mencakup alat untuk mengumpulkan data mengenai tingkat kevalidan perangkat pembelajaran yang dirancang, khususnya dalam pengembangan e-modul statistik berbasis masalah. Dua

jenis instrumen utama yang digunakan untuk tujuan tersebut adalah lembar *self-evaluation* dan instrumen validasi e-modul. Lembar *self-evaluation* digunakan pada tahap awal proses validasi sebagai upaya menilai kualitas awal rancangan e-modul sebelum dilakukan validasi oleh pakar. Instrumen ini membantu peneliti mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu diperbaiki agar rancangan e-modul memenuhi standar kelayakan. Aspek yang dinilai dalam lembar *self-evaluation* mencakup berbagai komponen penting dalam pengembangan bahan ajar, seperti kesesuaian isi, struktur penyajian, penggunaan bahasa, serta relevansi permasalahan Teknik industri berbasis masalah. Rincian aspek yang diamati dalam lembar *self-evaluation* disajikan pada Tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 Aspek Instrumen pada tahap investigasi awal

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Untuk mengetahui apakah pernyataan dalam daftar ceklist sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan
Bahasa		

Setelah melalui proses validasi yang dilakukan oleh empat validator yang berkompeten di bidangnya, lembar checklist untuk *self-evaluation* telah dinyatakan valid dan siap digunakan dalam penelitian ini. Instrumen evaluasi diri ini menjadi tahapan awal yang penting untuk menilai kelayakan rancangan e-modul yang dikembangkan sebelum melangkah ke tahap validasi eksternal. Melalui *self-evaluation*, peneliti dapat meninjau serta melakukan perbaikan awal pada berbagai aspek isi, tampilan, dan teknis e-modul secara mandiri, sehingga produk yang dihasilkan lebih siap untuk ditelaah pada tahap-tahap berikutnya. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan lembar validasi khusus untuk menilai instrumen e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah secara menyeluruh. Lembar validasi ini dirancang agar dapat memfasilitasi proses penilaian terhadap keseluruhan isi dan desain e-modul yang telah dikembangkan, mencakup berbagai aspek esensial

yang menjadi tolok ukur kualitas sebuah bahan ajar digital. Validasi dilakukan secara komprehensif, melibatkan dua kelompok ahli, yaitu ahli materi dan ahli media.

Validasi oleh ahli materi difokuskan pada empat komponen utama: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Keempat aspek ini menjadi kriteria utama dalam memastikan bahwa materi yang disajikan sudah sesuai dengan standar akademik, penggunaan bahasa yang tepat, struktur penyajian materi yang sistematis, serta tampilan visual yang mendukung proses belajar mahasiswa. Pada saat yang sama, validasi oleh ahli media berperan penting untuk memastikan bahwa e-modul memiliki kualitas grafis dan interaktif yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis digital.

Adapun kisi-kisi instrumen validasi yang digunakan oleh para ahli materi meliputi: (a) kelayakan dan akurasi isi, (b) ketepatan dan kejelasan kebahasaan, (c) sistematika dan kemenarikan sajian, serta (d) kualitas grafika yang dihadirkan dalam e-modul. Rincian lebih lanjut mengenai kisi-kisi penilaian oleh ahli materi dapat ditemukan pada tabel 3.14 berikut. Dengan prosedur validasi yang sistematis ini, diharapkan e-modul yang dikembangkan benar-benar memenuhi standar kualitas, baik dari sisi substansi, penyajian, maupun desain media.

Tabel 3.14 Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian dengan KD
		Kebenaran substansi materi
		Kesesuaian dengan kebutuhan mahasiswa
		Manfaat dalam menambah pengetahuan
		Kesesuaian dengan permasalahan teknik industri
		Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar statistik bagi mahasiswa Teknik industri
2	Kebahasaan	Keterbacaan
		Kejelasan informasi
		Pengguna Bahasa yang efektif
		Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia
3	Sajian	Kejelasan tujuan
		Keterurutan

No	Aspek	Indikator
4	Kegrafikan	Pemberian motivasi
		Komunikatif
		Kelengkapan informasi
		Tataletak
		Ilustrasi sesuai materi
		Penggunaan font dan ukuran font
		Desain tampilan

Instrumen validasi oleh ahli materi digunakan untuk menilai kelayakan isi e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan. Penilaian dilakukan berdasarkan empat aspek utama, yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Keempat aspek ini mencerminkan kualitas konten, keterpahaman, daya tarik visual, serta kesesuaian struktur penyajian modul dengan prinsip-prinsip pembelajaran yang efektif. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen validasi ahli materi tersebut telah melalui proses validasi oleh para validator untuk memastikan bahwa indikator-indikator penilaiannya sesuai, jelas, dan mampu mengukur kualitas e-modul secara objektif dan komprehensif. Adapun rincian aspek-aspek yang divalidasi oleh ahli materi dalam instrumen validasi e-modul disajikan pada Tabel 3.15 berikut ini:

Tabel 3.15 Aspek Validasi Instrumen Validasi E-modul Ahli Materi

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Untuk memastikan bahwa setiap pernyataan telah sesuai dengan kebutuhan penilaian validasi e-modul pada aspek materi, dilakukan penelaahan dan penyesuaian berdasarkan indikator yang relevan.
Bahasa		

Selain melalui validasi oleh ahli materi, e-modul statistik pembelajaran berbasis masalah, divalidasi oleh ahli media guna menilai kualitas tampilan, interaktivitas, dan keterpaduan unsur visual dalam mendukung proses pembelajaran.

Validasi oleh ahli media sangat penting untuk memastikan bahwa modul tidak hanya informatif, tetapi juga menarik, mudah digunakan, dan sesuai dengan prinsip desain instruksional digital. Kisi-kisi instrumen validasi oleh ahli media mencakup beberapa aspek utama, antara lain: (a) kemudahan pengguna, (b) konsistensi, (c) format, (d) kegrafikan, (e) tampilan, (f) kemanfaatan. Berikut disajikan Tabel 3 yang berisi kisi-kisi instrumen validasi e-modul oleh ahli media.

Tabel 3.16 Kisi – kisi instrumen validasi ahli media

Aspek	Indikator
Kemudahan pengguna	Sistematika penyajian
	Kemudahan pengoprasian
	Fungsi navigasi
Konsistensi	Konsisten kata, rumus, dan istilah
	Konsistensi ukuran font dan jenis font
	Konsistensi tata letak
Format	Halaman
	Tata letak
Kegrafikan	Warna
	Huruf
	Gambar
Tampilan	Ukuran font
	Jenis font
	Komposisi warna
kemanfaatan	Mempermudah penggunaan dalam pembelajaran
	Memberikan fokus perhatian

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen validasi e-modul oleh ahli media terlebih dahulu divalidasi validator yang memiliki kompetensi di bidang teknologi pendidikan dan desain media pembelajaran. Tujuan dari validasi ini adalah untuk memastikan bahwa aspek-aspek dalam lembar validasi e-modul dapat mengukur kualitas media secara objektif dan relevan dengan karakteristik e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah. Proses ini juga menjamin bahwa instrumen memiliki kejelasan, kesesuaian indikator, serta konsistensi dalam menilai

tampilan dan fungsi media pembelajaran digital. Aspek-aspek yang divalidasi oleh ahli media instrumen validasi e-modul.

Tabel 3.17 Aspek validasi instrumen validasi e-modul ahli media

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Untuk memastikan bahwa setiap pernyataan telah sesuai dengan kebutuhan penilaian validasi e-modul pada aspek media
Bahasa		

Setelah melalui proses validasi oleh para validator, lembar validasi e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah dinyatakan valid dan layak digunakan dalam proses penelitian. Dengan demikian, dapat digunakan pada tahap selanjutnya dalam proses pengembangan, yaitu tahap *expert review*.

3.5.3 Instrumen Praktikalitas

Instrumen untuk menguji praktikalitas e-modul dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode, yaitu wawancara, observasi, dan penyebaran angket. Salah satu instrumen yang digunakan adalah pedoman wawancara, yaitu lembaran yang memuat daftar pernyataan atau pertanyaan yang diajukan kepada mahasiswa setelah mereka mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul. Tujuan dari pedoman wawancara ini adalah untuk memperoleh informasi mendalam terkait pengalaman, pendapat, serta tanggapan mahasiswa terhadap kepraktisan e-modul yang digunakan. Pedoman wawancara yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat secara lengkap pada lampiran. Sebelum digunakan pedoman wawancara telah divalidasi terlebih dahulu oleh validator ahli guna memastikan relevansi, kejelasan, dan kelayakan setiap butir pertanyaan yang diajukan. Adapun aspek-aspek yang divalidasi oleh validator ahli terhadap pedoman wawancara tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 3.18 Aspek Validasi Pedoman Wawancara Setelah Penggunaan E-modul

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar Validasi	Memastikan bahwa pedoman wawancara telah sesuai dengan kebutuhan penelitian dan mampu mendukung upaya menjawab rumusan masalah.
Bahasa		

Tabel 3.18 berikut memuat aspek-aspek yang divalidasi oleh ahli terhadap pedoman wawancara yang akan digunakan dalam penelitian. Setelah proses validasi oleh para ahli, hasil validasi dianalisis dan diperoleh bahwa pedoman wawancara kepada mahasiswa setelah penggunaan e-modul statistik dinyatakan valid dan layak digunakan untuk pengambilan data dalam penelitian ini. Rekapitulasi hasil validasi pedoman wawancara setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul dapat dilihat pada lampiran. Selain pedoman wawancara, peneliti juga menggunakan lembar observasi untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul. Observasi dilakukan secara langsung pada saat penelitian berlangsung untuk menilai implementasi e-modul dalam proses pembelajaran. Sebelum digunakan, lembar observasi juga telah divalidasi oleh validator ahli untuk memastikan kelayakan dan kesesuaian instrumen observasi dengan tujuan penelitian. Aspek-aspek yang divalidasi oleh validator ahli terhadap lembar observasi disajikan pada Tabel 3.19 berikut.

Tabel 3.19 Aspek Validasi Observasi Saat Implentasi E-modul

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar Validasi	Memastikan bahwa pernyataan dalam lembar observasi dapat menggambarkan seluruh aktivitas yang terjadi selama penggunaan e-modul.
Bahasa		

Setelah lembar observasi divalidasi oleh para ahli dan hasil validasinya dianalisis, lembar observasi yang digunakan untuk mengamati mahasiswa setelah penggunaan e-modul dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai instrumen pengambilan data dalam penelitian ini. Rekapitulasi hasil validasi lembar observasi setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul statistik dapat dilihat pada lampiran.

Selain wawancara dan observasi, angket praktikalitas e-modul juga diberikan kepada mahasiswa Teknik Industri setelah mereka menggunakan e-modul yang dirancang. Tujuan pemberian angket ini adalah untuk melengkapi dan memperkuat data mengenai kepraktisan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah yang telah diperoleh dari hasil wawancara dan observasi. Instrumen angket diisi oleh mahasiswa setelah mengikuti proses pembelajaran pada tahap *field test* dengan menggunakan e-modul. Angket ini terdiri dari empat pilihan jawaban, yaitu: Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Kisi-kisi instrumen angket praktikalitas dikembangkan berdasarkan indikator kepraktisan yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga setiap butir pertanyaan pada angket mengacu pada indikator yang relevan dan terukur. Pada penelitian ini, angket praktikalitas terdiri dari dua instrumen utama, yaitu angket tanggapan mahasiswa dan instrumen penilaian dosen. Berikut ini, kisi-kisi angket tanggapan mahasiswa terhadap e-modul dapat dilihat pada Tabel 3.20 di bawah ini.

Tabel 3.20 Kisi-Kisi Angket Respon Mahasiswa

Aspek	Indikator
Kemudahan pengguna	Keterurutan
	Kejelasan tujuan pembelajaran
	Motivasi
	Kelengkapan informasi
Kebahasaan	Keterbacaan
	Kejelasan informasi
Kegrafikan	Ukuran dan jenis font
	Tata letak

Aspek	Indikator
Manfaat	ilustrasi
	Desain
	Kemenarikan
	Kemudahan
	Motivasi

Angket tanggapan mahasiswa yang digunakan untuk mengukur praktikalitas e-modul terdiri dari empat aspek utama, yaitu kemudahan penggunaan, kebahasaan, kegrafikan, dan manfaat. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data, angket tanggapan mahasiswa ini telah divalidasi terlebih dahulu oleh para ahli untuk memastikan keakuratan, relevansi, dan kelayakan setiap butir pertanyaan. Adapun aspek-aspek yang divalidasi oleh ahli terhadap angket tanggapan mahasiswa meliputi: (1) kemudahan penggunaan untuk menilai sejauh mana e-modul mudah diakses, dipahami, dan digunakan oleh mahasiswa dalam proses pembelajaran, (2) kebahasaan untuk memastikan penggunaan bahasa dalam e-modul komunikatif, jelas, serta sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, (3) kegrafikan untuk menilai tampilan visual e-modul, termasuk desain, tata letak, pemilihan warna, dan penggunaan ilustrasi serta gambar yang mendukung pembelajaran, (4) manfaat untuk mengukur sejauh mana e-modul memberikan manfaat bagi mahasiswa, baik dari segi pemahaman materi maupun peningkatan motivasi belajar.

Tabel 3.21 Aspek validasi Respon Mahasiswa

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Untuk memastikan kesesuaian dengan indikator praktikalitas statistik industri untuk pembelajaran berbasis masalah terhadap setiap aspek dalam instrumen penilaian.
Bahasa		Untuk memastikan Bahasa yang digunakan, agar sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia.

Angket tanggapan mahasiswa telah dinyatakan valid berdasarkan hasil validasi ahli, dan selanjutnya diujicobakan kepada mahasiswa untuk menguji validitas dan reliabilitas instrumen secara empiris. Pengujian validitas setiap butir pernyataan dalam angket praktikalitase-modul dilakukan dengan menghitung korelasi antara skor masing-masing butir dengan skor total angket. Analisis korelasi ini dilakukan menggunakan rumus Product Moment Pearson (Suherman, 2003) dengan bantuan software IBM SPSS 22. Interpretasi koefisien korelasi hasil uji validitas setiap butir angket dilakukan dengan mengacu pada kategori interpretasi yang telah ditetapkan. Adapun interpretasi koefisien korelasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.22 berikut ini.

Tabel 3.22 Interpretasi Koefisien Korelasi

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
$0,90 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,70 \leq r_{xy} < 0,90$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,70$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat Rendah
$r_{xy} < 0,00$	Tidak Reliabel

Pengujian reliabilitas angket mengenai tanggapan mahasiswa terhadap e-modul statistik dilakukan melalui uji coba yang melibatkan sejumlah mahasiswa sebagai responden. Setelah data hasil uji coba terkumpul, peneliti kemudian menghitung koefisien reliabilitas angket tersebut. Mengingat angket yang digunakan dalam penelitian ini bersifat tertutup, maka teknik perhitungan reliabilitas yang digunakan adalah rumus Cronbach Alpha, sebagaimana direkomendasikan oleh Suherman (2003). Untuk memudahkan proses analisis, perhitungan ini dilakukan dengan memanfaatkan software IBM SPSS 22.

Nilai koefisien reliabilitas yang diperoleh dari analisis ini kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori yang telah ditetapkan oleh Guilford, sebagaimana tercantum dalam Suherman (2003). Rincian mengenai kategori tingkat reliabilitas instrumen tersebut dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 3.23. Dengan mengacu pada standar yang telah disusun secara sistematis ini, peneliti dapat menilai seberapa baik angket tanggapan mahasiswa terhadap e-modul statistik mampu menghasilkan data yang konsisten dan dapat diandalkan. Melalui proses pengujian dan interpretasi yang teliti ini, diharapkan instrumen yang digunakan benar-benar mampu merekam tanggapan mahasiswa secara akurat dan objektif, sehingga data yang dihasilkan dapat digunakan untuk menilai efektivitas dan kualitas e-modul statistik yang telah dikembangkan dalam penelitian.

Tabel 3.23 Interpretasi Koefisien Reabilitas

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
$0,90 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,70 \leq r_{xy} < 0,90$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,70$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat Rendah
$r_{xy} < 0,20$	Tidak Reliabel

Setelah di uji coba, data yang didapatkan dianalisis yang dapat dilihat pada lampiran. Hasil nilai validitas dan reliabilitas pada Tabel 3.24 berikut

Tabel 3. 24 Hasil validitas Angket Respon Mahasiswa

No	<i>Pearson Correlation</i>	Kriteria (nilai r tabel = 0,707)
1	0,851	Valid
2	0,844	Valid
3	0,831	Valid
4	0,862	Valid
5	0,842	Valid
6	0,847	Valid
7	0,833	Valid
8	0,834	Valid

No	<i>Pearson Correlation</i>	Kriteria (nilai r tabel = 0,707)
9	0,849	Valid
10	0,833	Valid
11	0,876	Valid
12	0,842	Valid
13	0,839	Valid
14	0,834	Valid
15	0,849	Valid
16	0,833	Valid
17	0,847	Valid
18	0,852	Valid
19	0,832	Valid
20	0,839	Valid
21	0,849	Valid
22	0,852	Valid
23	0,876	Valid
24	0,847	Valid
25	0,834	Valid
26	0,846	Valid
27	0,849	Valid
28	0,847	Valid
29	0,849	Valid
30	0,834	Valid

Pada Tabel 3.24 terlihat bahwa nilai Pearson Correlation untuk setiap butir pernyataan angket tanggapan mahasiswa terhadap e-modul lebih dari 0,707, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh butir angket dinyatakan valid dan angket tersebut berada dalam kategori validitas tinggi.

Tabel 3.25 Hasil Reabilitas Angket Respon Mahasiswa

Cronbach's Alpa	Items	Kriteria	Kategori
.935	30	Reliable	Sangat Tinggi

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 3.25, dapat diketahui bahwa angket yang digunakan untuk mengukur tanggapan mahasiswa terhadap e-modul menunjukkan tingkat reliabilitas yang tinggi dan termasuk dalam kategori sangat

baik. Hal ini berarti angket tersebut telah memenuhi standar validitas dan reliabilitas yang dipersyaratkan untuk sebuah instrumen penelitian. Dengan capaian tersebut, dapat disimpulkan bahwa angket tanggapan mahasiswa yang telah dirancang benar-benar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian pengembangan e-modul ini.

Validitas dan reliabilitas yang tinggi dari angket ini menunjukkan bahwa setiap butir pernyataan yang termuat di dalamnya mampu merefleksikan dan mengukur persepsi mahasiswa secara akurat dan konsisten. Keandalan instrumen ini sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh nantinya akan mencerminkan tanggapan mahasiswa secara objektif, sehingga hasil penelitian pun dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Selain itu, kelayakan angket sebagai instrumen pengambilan data juga menegaskan bahwa tahapan pengembangan e-modul telah dilakukan secara sistematis dan komprehensif. Dengan demikian, penggunaan angket ini dalam proses penelitian pengembangan tidak hanya relevan, tetapi juga memberikan keyakinan bahwa hasil yang didapatkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan lebih lanjut terkait implementasi dan pengembangan e-modul di masa mendatang.

3.5.4 Intrumen Efektivitas

Menilai efektivitas e-modul yang dikembangkan, peneliti menggunakan instrumen yang secara khusus dirancang untuk mengukur dua aspek utama, yaitu kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri. Sebelum instrumen ini digunakan dalam penelitian, peneliti terlebih dahulu memastikan bahwa baik tes maupun angket yang digunakan telah memenuhi syarat validitas dan reliabilitas yang memadai. Hal ini penting agar setiap data yang diperoleh benar-benar mencerminkan kemampuan dan kemandirian belajar mahasiswa secara objektif. Dalam proses pengembangan instrumen, peneliti menyusun soal-soal statistical thinking berdasarkan kisi-kisi yang telah dirancang

secara sistematis. Kisi-kisi ini tidak hanya mengacu pada tujuan pembelajaran statistik industri, tetapi juga memperhatikan aspek-aspek penting dalam kemampuan berpikir statistik mahasiswa, sebagaimana telah dijelaskan pada Bab II. Demikian pula, dalam penyusunan angket kemandirian belajar, peneliti merujuk pada indikator-indikator yang telah disusun oleh para ahli, khususnya dari pendapat Pintrich & Zusho (2002) serta Zimmerman (2000). Indikator tersebut menjadi landasan utama dalam mengembangkan kisi-kisi angket, sehingga setiap butir pernyataan yang disusun benar-benar mewakili seluruh dimensi kemandirian belajar yang ingin diukur dalam penelitian ini.

Penyusunan instrumen dilakukan secara bertahap dan terstruktur, dimulai dari penyusunan kisi-kisi yang merangkum seluruh indikator, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan butir-butir soal dan pernyataan yang relevan. Setelah instrumen selesai disusun, langkah berikutnya adalah melakukan uji validitas dan uji reliabilitas untuk memastikan bahwa seluruh butir yang ada benar-benar layak digunakan. Uji validitas dilakukan dengan mengukur sejauh mana setiap butir instrumen mampu merepresentasikan indikator yang telah ditetapkan, sedangkan uji reliabilitas bertujuan untuk memastikan konsistensi hasil yang diperoleh jika instrumen digunakan pada kesempatan yang berbeda. Setelah instrumen dinyatakan valid dan reliabel berdasarkan hasil analisis statistik, barulah peneliti menggunakannya untuk mengukur efektivitas e-modul pada subjek penelitian. Dengan demikian, seluruh proses ini merupakan upaya peneliti untuk menjamin bahwa instrumen yang digunakan benar-benar kredibel dan dapat dipercaya dalam mengukur kemandirian belajar mahasiswa. Seluruh tahapan, mulai dari penyusunan kisi-kisi, pembuatan butir instrumen, hingga tahap pengujian, dilakukan secara teliti dan sistematis, sehingga hasil yang diperoleh benar-benar dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

Secara rinci, kisi-kisi angket kemandirian belajar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.26, yang memuat seluruh indikator dan aspek

yang menjadi fokus pengukuran. Dengan demikian, peneliti berharap bahwa hasil yang diperoleh dari penggunaan angket ini dapat memberikan gambaran yang utuh mengenai kemandirian belajar mahasiswa Teknik Industri setelah menggunakan e-modul yang dikembangkan, sekaligus menjadi landasan bagi pengambilan keputusan dalam upaya pengembangan bahan ajar di masa yang akan datang.

Tabel 3.26 Kisi – Kisi Angket Kemandirian Belajar Mahasiswa

Indikator	Sub Indikator	Item Pernyataan	
		Positif	Negatif
<i>Forethought and planning</i>	Merencanakan dan menentukan strategi belajar yang akan digunakan agar tujuan pembelajaran tercapai.	1, 2, 3	4, 5, 6
	Mahasiswa memiliki rasa berkewajiban dalam menyelesaikan tugas yang diberikan oleh dosen.	7, 8, 9	10, 11, 12
	Mahasiswa mengatur diri untuk mempersiapkan pembelajaran	13, 14	15, 16
<i>Performance monitoring</i>	Menetapkan strategi kognitif dan metakognitif	17, 18, 19	20, 21, 22
	Memonitor dan mengontrol emosi dan motivasi	23, 24	25, 26
	Melakukan kegiatan lain yang menunjang pembelajaran	27, 28	29, 30
<i>Reflection on performance</i>	Memilih strategi untuk mengatasi kegagalan dalam belajar	32, 32, 33	34, 35, 36
	Merasa mampu mengevaluasi hasil belajar	37, 38	39. 40
	Meninjau kembali hasil pekerjaan sendiri (Mengevaluasi diri)	42, 42, 43	44, 45, 46

Instrumen angket kemandirian belajar yang dirancang dalam penelitian ini telah disusun secara sistematis dengan mengacu pada sejumlah indikator yang relevan, sebagaimana dapat dilihat pada bagian Lampiran. Sebelum angket ini digunakan sebagai alat utama dalam proses pengumpulan data, peneliti terlebih dahulu melakukan dua tahapan penting, yaitu validasi oleh para ahli dan uji coba lapangan kepada beberapa mahasiswa yang menjadi sampel awal. Proses validasi oleh para ahli dilakukan untuk memastikan bahwa setiap butir pernyataan dalam angket telah sesuai dengan aspek-aspek kemandirian belajar yang ingin diukur. Melalui masukan dan saran dari para validator, peneliti dapat melakukan perbaikan dan penyempurnaan pada setiap item, baik dari segi substansi, bahasa, maupun kelayakan secara teknis. Selanjutnya, uji coba lapangan dilakukan dengan melibatkan sejumlah mahasiswa yang menjadi responden awal. Tahap ini bertujuan untuk mengamati sejauh mana angket dapat dipahami dengan mudah oleh mahasiswa serta untuk mengetahui adanya potensi kesulitan atau kebingungan dalam mengisi pernyataan yang ada.

Langkah-langkah validasi dan uji coba ini sangat penting agar instrumen yang digunakan dalam penelitian benar-benar telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Dengan demikian, angket self-regulated learning yang telah melalui proses penyempurnaan tersebut diharapkan mampu mengukur tingkat kemandirian belajar mahasiswa secara tepat, akurat, dan dapat diandalkan. Keseluruhan proses ini menjadi jaminan bahwa data yang dihasilkan dari pengisian angket dapat dipercaya dan digunakan sebagai dasar analisis lebih lanjut dalam penelitian mengenai pengembangan self-regulated learning mahasiswa Teknik Industri.

Tabel 3.27 Aspek Validasi Angket Kemandirian belajar

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar validasi	Untuk memastikan bahwa angket yang disusun telah sesuai dengan indikator yang dipilih dan benar-
Bahasa		

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
		benar dapat mengukur self-regulated learning mahasiswa

Setelah melalui proses validasi oleh para validator dan dianalisis secara menyeluruh, angket self-regulated learning yang telah disusun dinyatakan memenuhi kriteria validitas. Setelah itu, angket ini juga diuji secara empiris untuk mengetahui nilai validitas dan reliabilitasnya secara lebih terperinci. Proses pengujian validitas dilakukan pada masing-masing butir pernyataan, yaitu dengan menghitung nilai korelasi antara skor setiap butir dengan skor total angket. Untuk perhitungan korelasi ini digunakan rumus korelasi *Product Moment Pearson* sebagaimana dijelaskan oleh Suherman (2003), dan proses analisisnya dibantu dengan penggunaan software IBM SPSS 22.

Melalui analisis korelasi ini, setiap pernyataan dalam angket dapat dievaluasi secara statistik, sehingga hanya butir-butir yang benar-benar valid yang akan dipertahankan dalam instrumen penelitian. Interpretasi terhadap nilai koefisien korelasi hasil uji validitas mengacu pada kategori yang telah disajikan pada Tabel 3.28. Dengan demikian, peneliti dapat memastikan setiap pernyataan dalam angket memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap keseluruhan kemandirian belajar mahasiswa. Selain itu, pengujian reliabilitas angket juga dilakukan untuk mengukur konsistensi internal instrumen. Interpretasi nilai koefisien reliabilitas mengacu pada kategori yang dikemukakan oleh Guilford dan dijelaskan dalam Suherman (2003), sebagaimana tercantum dalam Tabel 3.28. Dengan uji validitas dan reliabilitas yang ketat ini, peneliti memastikan bahwa angket yang digunakan benar-benar dapat diandalkan dalam menghasilkan data yang akurat dan representatif, sehingga hasil penelitian yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Tabel 3.28 Hasil Validitas Angket *Self-Regulated Learning*

Frena Fardillah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL UNTUK PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM UPAYA PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR STATISTIK DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

No	r_{xy}	Kriteria	Kategori
1	0,561	Valid	Sedang
2	0,201	Tidak Valid	Sedang
3	0,518	Valid	Sedang
4	0,639	Valid	Sedang
5	0,082	Tidak Valid	Sangat Rendah
6	0,381	Valid	Sedang
7	0,456	Valid	Sedang
8	0,346	Valid	Sedang
9	0,608	Valid	Sedang
10	0,451	Valid	Sedang
11	0,480	Valid	Sedang
12	0,578	Valid	Sedang
13	0,069	Tidak Valid	Sangat Rendah
14	0,051	Tidak Valid	Sangat Rendah
15	0,392	Valid	Sedang
16	0,143	Tidak Valid	Sangat Rendah
17	0,232	Tidak Valid	Rendah
18	0,488	Valid	Sedang
19	0,531	Valid	Sedang
20	0,221	Tidak Valid	Rendah
21	0,359	Valid	Sedang
22	0,196	Tidak Valid	Sangat Rendah
23	0,366	Valid	Sedang
24	0,517	Valid	Sedang
25	0,619	Valid	Sedang
26	0,446	Valid	Sedang
27	0,440	Valid	Sedang
28	0,537	Valid	Sedang
29	0,609	Valid	Sedang
30	0,291	Tidak Valid	Rendah
31	0,486	Valid	Sedang
32	0,435	Valid	Sedang
33	0,578	Valid	Sedang
34	0,479	Valid	Sedang
35	0,042	Tidak Valid	Sangat Rendah
36	0,462	Valid	Sedang
37	0,456	Valid	Sedang
38	0,593	Valid	Sedang
39	0,516	Valid	Sedang

No	r_{xy}	Kriteria	Kategori
40	0,436	Valid	Sedang
41	0,315	Valid	Sedang
42	0,410	Valid	Sedang
43	0,597	Valid	Sedang
44	0,135	Tidak Valid	Sangat Rendah
45	0,135	Valid	Sedang
45	0,717	Valid	Tinggi
46	0,457	Valid	Sedang

Berdasarkan informasi yang disajikan dalam Tabel 3.28, diketahui bahwa terdapat sebelas butir pernyataan dalam angket kemandirian belajar yang dinyatakan tidak valid. Oleh karena itu, butir-butir tersebut kemudian dihapus dari instrumen untuk memastikan bahwa hanya pernyataan yang benar-benar memenuhi kriteria validitas yang digunakan dalam pengumpulan data. Setelah dilakukan proses penyaringan dan revisi, angket kemandirian belajar yang dipakai dalam penelitian ini akhirnya terdiri dari tiga puluh lima pernyataan utama.

Langkah ini dilakukan untuk menjamin kualitas angket, sehingga setiap item yang digunakan benar-benar mampu merepresentasikan aspek kemandirian belajar yang ingin diukur. Proses validasi ini menjadi sangat penting, mengingat akurasi dan keandalan instrumen akan berdampak langsung pada validitas data yang dihasilkan dalam penelitian. Dengan menghilangkan pernyataan yang tidak valid, diharapkan angket yang digunakan semakin tajam dalam menggambarkan tingkat kemandirian belajar mahasiswa, sekaligus meningkatkan kepercayaan terhadap hasil analisis yang diperoleh. Adapun versi final dari angket yang telah direvisi, beserta susunan pernyataan yang digunakan dalam penelitian, dapat dilihat secara lengkap pada bagian lampiran. Penyusunan ulang angket ini merupakan bagian dari upaya peneliti untuk menjaga integritas penelitian dan memastikan bahwa setiap data yang dikumpulkan berasal dari instrumen yang benar-benar telah teruji secara validitas dan reliabilitas. Dengan demikian, hasil penelitian mengenai capaian kemandirian

belajar mahasiswa akan semakin akurat, komprehensif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Uji reliabilitas angket kemandirian belajar dilakukan dengan menghitung koefisien reliabilitas setelah instrumen tersebut diujicobakan. Karena jenis angket yang digunakan bersifat tertutup, maka perhitungan reliabilitas dilakukan menggunakan rumus Cronbach Alpha (Suherman, 2003) dengan bantuan software IBM SPSS 22. Hasil perhitungan koefisien reliabilitas untuk setiap indikator dapat dilihat pada Tabel 3. Suatu angket dikatakan reliabel apabila nilai koefisien reliabilitasnya lebih besar dari 0,60.

Tabel 3.29 Hasil Reabilitas *Angket Self Regulated Learning* Berdasarkan Indikator

Indikator	r_{xy}	Kriteria	Kategori
<i>Forethought and planning</i>	0,704	Reliable	Tinggi
<i>Performance monitoring</i>	0,737	Reliable	Tinggi
<i>Reflection on performance</i>	0,792	Reliable	Tinggi

Berdasarkan hasil uji reliabilitas yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa setiap butir pernyataan dalam angket kemandirian belajar memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi. Temuan ini memperkuat keyakinan bahwa angket yang telah disusun memang mampu mengukur kemandirian belajar mahasiswa secara valid dan konsisten, sehingga layak digunakan sebagai instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini. Keandalan angket ini menjadi landasan penting untuk memperoleh data yang akurat mengenai tingkat kemandirian belajar mahasiswa, khususnya setelah mereka menggunakan e-modul yang dikembangkan.

Selain angket kemandirian belajar yang digunakan untuk mengukur efektivitas e-modul dari sisi kemandirian belajar, penelitian ini juga menyusun instrumen khusus yang dirancang untuk melihat capaian kemampuan berpikir statistik mahasiswa. Instrumen ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana

mahasiswa berhasil mengembangkan pola pikir statistik setelah terlibat dalam pembelajaran berbasis e-modul.

Tabel 3.30 Aspek Validasi Soal Kemampuan Berpikir Statistik

Aspek yang dinilai	Instrumen	Tujuan
Isi	Lembar Validasi	Memastikan bahwa setiap butir soal telah sesuai dengan indikator yang diukur serta menggunakan bahasa yang baik dan benar sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia.
Bahasa		

Setelah instrumen kemampuan berpikir statistik menjalani proses validasi oleh para ahli dan hasilnya dianalisis, instrumen tersebut dinyatakan valid serta layak untuk digunakan dalam pengumpulan data penelitian. Rekapitulasi hasil validasi instrumen dapat ditemukan pada bagian lampiran. Selanjutnya, hasil validasi instrumen statistical reasoning yang telah diperoleh juga disesuaikan dengan kriteria penilaian yang tercantum pada Tabel 3.31.

Tabel 3.31 Kriteria Penilaian Validasi Instrumen

Persentase (%)	Kriteria Validasi
$75 < x \leq 100$	Valid
$55 < x \leq 75$	Cukup Valid
$40 \leq x \leq 55$	Kurang Valid
$0 < x \leq 40$	Tidak Valid

Proses validasi terhadap instrumen tes kemampuan berpikir statistik menghasilkan persentase sebesar 86%. Persentase ini menempatkan instrumen tersebut dalam kategori valid, yang artinya telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai alat ukur dalam penelitian. Setelah memperoleh status valid, langkah berikutnya yang dilakukan oleh peneliti adalah menguji instrumen tersebut untuk menilai tingkat kesukaran pada masing-masing butir soal serta menganalisis reliabilitasnya secara menyeluruh. Uji coba instrumen dilakukan dengan melibatkan

44 mahasiswa dari Program Studi Teknik Industri. Melalui uji coba ini, peneliti dapat mengamati bagaimana setiap soal dapat direspons oleh mahasiswa serta mengidentifikasi butir-butir soal mana yang mudah, sedang, atau sulit untuk dikerjakan. Penilaian tingkat kesukaran ini sangat penting agar instrumen yang digunakan benar-benar mampu mengukur variasi kemampuan berpikir statistik secara proporsional di antara para peserta. Selain itu, analisis reliabilitas juga dilakukan terhadap instrumen tersebut. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memastikan konsistensi dan keandalan instrumen ketika digunakan dalam mengukur kemampuan berpikir statistik mahasiswa. Instrumen yang memiliki reliabilitas tinggi akan memberikan hasil yang stabil, sehingga setiap data yang diperoleh dari pengukuran dapat dipercaya untuk mendukung proses evaluasi dan penelitian lebih lanjut.

Hasil analisis tingkat kesukaran soal, beserta rincian perhitungan reliabilitas instrumen, dapat ditemukan pada Tabel 3.33. Dengan demikian, keseluruhan proses validasi dan uji coba ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa instrumen tes yang digunakan benar-benar sesuai untuk menilai kemampuan berpikir statistik mahasiswa Teknik Industri secara objektif dan komprehensif.

Tabel 3.32 Tingkat kesukaran Soal Tes Kemampuan Berpikir Statistik

No Soal	$\bar{x}$	Skor Maksimum	Tingkat Kesukaran	Kriteria
1 a	12,22	25	0,91	Mudah
1 b	16, 83	25	0,70	Sedang
2 a	14,42	25	0,69	Sedang
2 b	4,18	25	0,32	Sukar

Selain melakukan analisis tingkat kesulitan soal, dilakukan pula analisis reliabilitas terhadap soal tes untuk mengukur kemampuan berpikir statistik. Hasil analisis reliabilitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.33 berikut.

Tabel 3.33 Reliabilitas Tes Kemampuan Berpikir Statistik

Cronbach's Alpha	N of Items	Kriteria	Kategori
0,943	4	Reliable	Sangat Tinggi

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 3.34, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan reliabilitas instrumen kemampuan berpikir statistik menggunakan Cronbach's Alpha mencapai angka 0,943. Nilai ini menggambarkan tingkat reliabilitas yang sangat tinggi, karena berada jauh di atas ambang batas minimum yang secara umum dipersyaratkan, yakni 0,60. Tingginya nilai Cronbach's Alpha ini mengindikasikan bahwa instrumen yang digunakan memiliki konsistensi internal yang sangat baik antar item pertanyaan yang ada di dalamnya. Dengan kata lain, setiap butir pertanyaan dalam instrumen tersebut mampu mengukur aspek-aspek yang memang dimaksudkan untuk diukur secara stabil dan konsisten.

Hal ini menjadi bukti bahwa instrumen yang telah dikembangkan benar-benar dapat diandalkan untuk mengukur kemampuan berpikir statistik pada mahasiswa, khususnya di lingkungan Program Studi Teknik Industri. Dengan tingkat reliabilitas yang demikian tinggi, instrumen ini dinyatakan layak untuk digunakan sebagai alat evaluasi dalam penelitian, baik untuk keperluan pengumpulan data awal, pengukuran perkembangan, maupun untuk menilai hasil pembelajaran mahasiswa setelah menggunakan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah. Selain itu, reliabilitas yang tinggi juga memastikan bahwa hasil pengukuran yang diperoleh dari instrumen ini dapat dipercaya dan konsisten jika digunakan pada kelompok mahasiswa lain atau dalam waktu yang berbeda. Oleh karena itu, instrumen kemampuan berpikir statistik yang telah melalui tahap uji validitas dan reliabilitas ini sangat direkomendasikan sebagai acuan dalam menilai sejauh mana mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir statistiknya secara efektif. Validitas dan reliabilitas yang baik menjadi fondasi penting agar setiap keputusan yang diambil berdasarkan hasil pengukuran instrumen ini benar-benar tepat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.6 Teknik Analisis Data

Analisis pengembangan e-modul berbasis masalah yang bertujuan melihat capaian kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa teknik industri dilakukan untuk menilai sejauh mana kelayakan e-modul yang telah dirancang. Data yang digunakan dalam analisis ini merupakan data kuantitatif deskriptif. Data kuantitatif tersebut dikumpulkan melalui hasil angket kemandirian belajar, tanggapan para ahli terhadap e-modul yang dikembangkan, serta tes kemampuan berpikir statistik pada mahasiswa. Dengan demikian, analisis yang dilakukan memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas dan kelayakan e-modul dalam mendukung pembelajaran statistik di lingkungan teknik industri. Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis, yang bertujuan memperoleh gambaran serta hasil dari pengembangan e-modul statistik ini.

3.6.1 Analisis Data pada Tahap Analisis pendahuluan

Analisis dekriptif digunakan untuk memberikan informasi dari hasil analisis pendahuluan. Tahapan dalam analisis ini yaitu mereduksi data atau melakukan seleksi data mentah melalui hasil wawancara dan observasi, penyajian data, dan penarikan kesimpulan

Analisis Validitas

Analisis dilakukan menggunakan *skala likert* dengan tahapan memberikan skor pada pernyataan positif yaitu, skor 4 untuk pernyataan sangat sesuai, skor 3 untuk pernyataan sesuai, skor 2 untuk pernyataan kurang sesuai, skor 1 untuk pernyataan tidak sesuai. Selanjutnya menentukan nilai rata – rata dengan rumus yang kemukakan oleh Walpole (1992) sebagai berikut :

$$\bar{x}_t = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Keterangan:

$\bar{x}_i$ = rata-rata hasil penilaian dari para ahli

x_i = skor hasil penilaian para ahli

N = jumlah dari para ahli yang menilai

Dengan kriteria Tingkat kevalidan sebagai berikut pada Tabel 3.34

Tabel 3.34 kriteria Tingkat kevalidan

Rata - Rata	Kriteria
3.50 – 4.00	Sangat Valid
3.00 – 3.49	Valid
2.00 – 2.99	Cukup Valid
1.00 – 1.99	Kurang Valid

Sudjana (2006)

Berdasarkan kriteria tabel tersebut, bahwa e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah dikatakan valid jika diperoleh rata – rata ≥ 3.00

3.6.2 Analisis Praktikalitas e-modul

Aspek praktikalitas dari e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah dilihat berdasarkan analisis data hasil wawancara dan data hasil angket praktikalitas. Teknik analisis dekriptif digunakan untuk menganalisis hasil wawancara yang melalui tiga tahapan yaitu mereduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

Analisis praktikalitas dilakukan dengan angkey respon dosen dan mahasiswa melalui *skala likert*. Skala likert digunakan untuk melihat kesesuaian e-modul, dengan pernyataan negatif dan positif (Arikunto, 2012). Persentase praktikalitas dengan menggunakan rumus yang dijelaskan oleh purwanto (2009), sebagai berikut :

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100 \%$$

Frena Fardillah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL UNTUK PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM UPAYA PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR STATISTIK DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Keterangan :

NP = Nilai praktikalitas

R = Skor yang diperoleh

SM = Skor maksimum

Setelah diperoleh hasil, maka interpretasi menggunakan kategori yang jelaskan oleh Widoyoko (2017) dengan kategori interpretasi sebagai berikut:

Tabel 3.35 Kategori Kepraktisan E-Modul

Interval (%)	Kategori
$85 < IP \leq 100$	Sangat praktis
$70 < IP \leq 85$	Praktis
$50 < IP \leq 70$	Kurang Praktis
$0 \leq IP \leq 50$	Tidak Praktis

Berdasarkan tabel, dapat disimpulkan bahwa e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah, dapat dikatakan prktis apabila pencapaian nilai praktikalitasnya $> 70\%$

3.6.3 Efektivitas e-modul

Efektivitas e-modul statistik dinilai berdasarkan hasil data yang diperoleh, terutama melalui pengukuran kemampuan berpikir statistik mahasiswa. Nilai tes kemampuan berpikir statistik dihitung menggunakan rumus nilai ideal sebagai berikut:

$$N = \frac{S}{I} \times 100$$

Keterangan:

N = Nilai mahasiswa

S = Jumlah skor mahasiswa

I = Nilai ideal

Rata – rata nilai kemampuan berpikir kritis, menggunakan rumus rata – rata sebagai berikut (Walpole, 1995):

$$\bar{x}_t = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Keterangan:

$\bar{x}_t$ = rata-rata hasil penilaian dari para ahli

x_i = skor hasil penilaian para ahli

N = jumlah dari para ahli yang menilai

Klasifikasi rata – rata kemampuan berpikir statistik mahasiswa, dijelaskan sebagai berikut (Bahri, 2014)

Tabel 3.36 Klasifikasi Rata – Rata Kemampuan Berpikir Statistik

Rata - Rata	Kategori
$80 \leq \bar{x} \leq 100$	Sangat baik
$60 \leq \bar{x} < 80$	Baik
$40 \leq \bar{x} < 60$	Lebih dari cukup
$20 \leq \bar{x} < 40$	Cukup
$0 \leq \bar{x} < 20$	Kurang

Melihat efektif dalam penggunaan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah, dikatakan berhasil atau sangat berhasil dengan klasifikasi Tingkat keberhasilan sebagai berikut :

Tabel 3.37 Klasifikasi Keberhasilan Tes Kemampuan Berpikir Statistik

Rata – Rata Persentase	Klasifikasi Keberhasilan
$0 \leq P \leq 25$	Tidak berhasil
$25 < P \leq 50$	Kurang berhasil
$50 < P \leq 75$	Berhasil
$75 < P \leq 100$	Sangat berhasil

Daryanto (2008)

Sehingga untuk menentukan kriteria suatu e-modul dikatakan efektif, maka ditinjau dari kemampuan berpikir statistik mahasiswa. Apabila rata – rata skor mahasiswa berada pada kategori baik atau sangat baik dengan nilai persentase ≥ 60 .

3.6.4 Analisis Kemandirian Belajar

Angket kemandirian belajar yang diberikan kepada mahasiswa disusun menggunakan skala *likert*. Penyusunan angket terbagi menjadi dua kategori yaitu positif dan negative, dengan skor sebagai berikut :

Tabel 3.38 Skor Kemandirian Belajar

Pernyataan (+)	Skor	Pernyataan (-)	Skor
Sangat Setuju	4	Sangat Setuju	1
Setuju	3	Setuju	2
Tidak Setuju	2	Tidak Setuju	3
Sangat Tidak Setuju	1	Sangat Tidak Setuju	4

Arikunto (2012)

Angket kemandirian belajar mahasiswa dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100 \%$$

Purwanto (2012)

Keterangan :

NP = Nilai praktikalitas

R = Skor yang diperoleh

SM = Skor maksimum

Hasil perhitungan persentase kemandirian belajar mahasiswa, menggunakan klasifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.39 klasifikasi Kemandirian Belajar

Frena Fardillah, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL UNTUK PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM UPAYA PENCAPAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR STATISTIK DAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Persentase (%)	Klasifikasi
$81,25 \leq P \leq 100$	Sangat Baik
$62,5 \leq P < 81,25$	Baik
$43,75 \leq P < 62,5$	Kurang Baik
$25 \leq P < 43,75$	Tidak Baik

Purwanto (2009)

Pemberian nilai rata – rata pada angket kemandirian belajar mahasiswa menggunakan penskoran skala angket 1 sampai dengan 4 yang telah dikonversi. Data hasil angket yang diperoleh dalam bentuk data ordinal, kemudian diubah menjadi data interval dengan menggunakan *method successive interval* (MSI). Data tersebut dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 4$$

Sani, et al (2020)

Hasil perhitungan yang diperoleh, kemudian di klasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 3.40 Klasifikasi Ke efektifan E-modul Berdasarkan Kemandirian Belajar

Interval Nilai	Nilai	Klasifikasi
3,51 – 4,00	A	Sangat Positif
2,85 – 3,50	B	Positif
2,18 – 2,84	C	Cukup Positif
1,51 – 2,17	D	Kurang Positif
1,00 – 1,50	E	Tidak Positif

Kriteria keefektifan e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah ditinjau dari kemandirian belajar mahasiswa dengan ketentuan kriteria penilaian sikap, apabila 70% mahasiswa memperoleh rata – rata nilai secara keseluruhan minimal B atau berada pada kategori positif.

3.7 Indikator Keberhasilan Pengembangan Penelitian

Setelah e-modul statistik untuk pembelajaran berbasis masalah diuji coba pada mata kuliah statistik industri, selanjutnya ditetapkan beberapa kategori untuk menilai hasil pengembangan tersebut. Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu tingkat validitas, kepraktisan, serta efektif. Kategori valid digunakan untuk menunjukkan sejauh mana e-modul memenuhi standar kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan visual sesuai dengan masukan para ahli. Kategori praktis menilai kemudahan penggunaan dan penerapan e-modul dalam proses pembelajaran, baik dari sisi dosen maupun mahasiswa. Sedangkan kategori efektif menyoroti dampak penggunaan e-modul terhadap peningkatan kemampuan berpikir statistik dan kemandirian belajar mahasiswa. Dengan adanya kriteria ini, evaluasi e-modul dapat dilakukan secara komprehensif untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar layak, bermanfaat, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan jika :

- 1) E-modul dikatakan valid berdasarkan klasifikasi valid apabila rata – rata nilai kevalidan yang diperoleh Adalah $\geq 3,00$ (Sudjana, 2006)
- 2) E-modul dikatakan praktis jika pencapaian nilai praktikalitas lebih dari 70% atau minimal berada pada kategori praktis (Widoyoko, 2017)
- 3) E-modul dikatakan efektif dilihat dari pencapaian kemampuan berpikir statistik mahasiswa, minimal berada pada kategori baik atau ≥ 60 , dan persentase ketuntasan klasikal mahasiswa 75% (Bahri, 2014; E. Mulyasa)
- 4) E-modul dikatakan efektif dilihat dari kemandirian belajar, apabila 70% mahasiswa memperoleh nilai rata-rata secara keseluruhan berada pada kategori positif, dengan nilai minimal B (Purwanto, 2009)