

## PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA TEKNIK BERBASIS PEMBELAJARAN PROYEK BERBANTUAN KOMPUTER UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIKA MAHASISWA

<sup>1</sup>Yulianto Wasiran, <sup>2</sup>Ibnu Maja, <sup>3</sup>Lindawati, <sup>4</sup>Farida Husin

<sup>1,2,3,4</sup> UP. MPK Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: yulianto@polsri.ac.id

**Abstract-** *This study aimed at producing appropriate Computer Assisted Mathematics Based Project (valid, practical, and effective) teaching materials to improve students' reasoning and mathematical communication skills. This research is a development research, which develops teaching materials using 4-D models. The instruments of data collection used are validation of teaching materials, questionnaires, and tests of reasoning ability and mathematical communication. Based on the results of data analysis up to stage 3 on R & D research revealed that the compiled teaching materials have met the eligibility requirements. Feasibility level of teaching materials equal to 85.58% with high category. The result of the test of teaching material is 88,4. This means that the teaching materials have excellent value with a high level of practicability. The effectiveness test shows that there is a significant difference between the pre-test and post-test values. In relation to the assessment of the conformity of teaching materials content with the project-based learning stage, 83.3% of respondents agreed that the material in textbooks put forward the project and the evaluation used could represent the problem solving in the real world. All respondents agree that by learning through developed learning materials, learners are encouraged to design their own products to be done. All respondents agree that from the project assigned, learners are encouraged to develop their competence.*

**Keywords:** *Computer Assisted Mathematics, Students' Reasoning, Mathematical Communication*

### PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika di perguruan tinggi mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir, memecahkan masalah dan kemandirian mahasiswa. Hal ini sesuai pendapat Ansjar & Sembiring (2000), pembelajaran matematika di perguruan tinggi perlu diberi penekanan pada aspek: pemahaman konsep dengan baik dan benar, kekuatan bernalar matematika, keterampilan dalam teknik dan metode dalam matematika, dan kemampuan belajar mandiri. Sementara Kusnandi (2008) menjelaskan tujuan pembelajaran matematika di perguruan tinggi untuk memperoleh pengetahuan dasar dan pola pikir matematika, dalam bentuk: (1) tertatanya pola pikir ilmiah yang kritis, logis, dan sistematis, (2) terlatihnya daya nalar dan kreativitas setelah mempelajari berbagai strategi dan taktik dalam pemecahan masalah

matematika, (3) terlatih dalam merancang model matematika sederhana, (4) terampil dalam teknik matematika yang baku dengan didukung oleh konsep, penalaran, rumus, dan metode yang benar.

Selain itu pemberian mata kuliah matematika di perguruan tinggi bertujuan agar mahasiswa mampu menghadapi permasalahan matematika pada khususnya dan permasalahan kehidupan sehari-hari pada umumnya. Kemampuan matematika yang diharapkan adalah kemampuan untuk menyelidiki, konjektur dan bernalar secara logika, memecahkan masalah yang tidak rutin, mengkomunikasikan sesuatu melalui matematika, dan mengaitkan ide dalam matematika dengan aktivitas intelektual lain. Dengan demikian bahwa matematika adalah ilmu universal yang mendasari serta mempunyai peran penting dalam berbagai

disiplin serta mengembangkan daya pikir mahasiswa.

Matematika memiliki salah satu ciri khusus yaitu sifatnya yang menekankan pada proses deduktif yang memerlukan penalaran logis dan aksiomatik. Oleh karenanya menurut Sternberg (2009) menyatakan bahwa, kemampuan bernalar atau *reasoning* merupakan satu kompetensi yang paling utama dibutuhkan dalam pembelajaran matematika. Penalaran merupakan suatu kegiatan atau proses berpikir untuk pernyataan baru yang didasarkan pada pernyataan sebelumnya dan kebenarannya telah dibuktikan. Z. Sun, dkk (2005) mengatakan bahwa kemampuan penalaran matematis merupakan suatu kebiasaan otak seperti halnya kebiasaan lain yang harus dikembangkan secara konsisten menggunakan berbagai macam konteks, mengenal penalaran dan pembuktian merupakan aspek-aspek fundamental dalam matematika. Dengan demikian penalaran matematika merupakan bagian yang diperlukan untuk menunjang keberhasilan di dalam proses pembelajaran matematika yang harus terus dilatih dan dikembangkan agar pembelajaran matematika menjadi lebih bermakna dan mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Melalui penalaran, mahasiswa akan mampu menyelesaikan permasalahan secara cepat, tepat dan mahasiswa akan membangun pikirannya untuk menguasai konsep matematika secara utuh baik untuk sekarang, nanti dan menjadi landasan mahasiswa dalam bertindak secara logis dalam kegiatan bermatematika ataupun dalam aktivitas sehari-hari lainnya. Dengan penalaran matematis, mahasiswa dapat mengajukan dugaan kemudian menyusun bukti dan melakukan manipulasi terhadap permasalahan matematika serta menarik kesimpulan dengan benar dan tepat. Kemampuan penalaran matematis membantu mahasiswa dalam menyimpulkan dan membuktikan suatu pernyataan, membangun gagasan baru, sampai pada menyelesaikan masalah-masalah dalam matematika. Oleh karena itu, kemampuan penalaran matematis

harus selalu dibiasakan dan dikembangkan dalam setiap pembelajaran matematika.

Pada kenyataannya di satu sisi penalaran matematis sangat penting untuk dimiliki dan dikembangkan akan tetapi di sisi lain ternyata kemampuan penalaran matematis mahasiswa masih rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil tes pra penelitian yang peneliti lakukan terhadap mahasiswa semester 2 jurusan teknik kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, hasil tes tersebut menunjukkan bahwa umumnya kemampuan penalaran matematis mahasiswa masih rendah. Hal tersebut terlihat dari 24 mahasiswa, 17 mahasiswa diantaranya masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal dengan kemampuan penalaran, hanya 7 mahasiswa yang mampu menyelesaikan soal dengan baik. Dengan demikian hanya 35% mahasiswa yang mampu menyelesaikan soal dengan kemampuan penalaran matematis. Berdasarkan analisis tersebut, ini menandakan bahwa sebenarnya mahasiswa memiliki potensi untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematisnya. Salah satu penyebab kurangnya kemampuan penalaran karena selama ini dalam proses pembelajaran, mahasiswa tidak mengeksplorasi, menemukan sifat-sifat, menyusun konjektur kemudian mengujinya tetapi hanya menerima apa yang diberikan oleh dosen atau mahasiswa hanya menerima apa yang dikatakan oleh dosen. Hal ini tidak sepatutnya dibiarkan begitu saja. Diperlukan upaya untuk meningkatkan kearah yang lebih baik.

Dalam pembelajaran matematika ketika seorang mahasiswa memperoleh informasi berupa konsep matematika yang diberikan dosen maupun yang diperolehnya dari bacaan, maka saat itu terjadi transformasi informasi matematika dari sumber kepada mahasiswa tersebut. Mahasiswa memberikan respon berdasarkan interpretasinya terhadap informasi itu, sehingga terjadi proses komunikasi matematis.

Greenes & Schulman (1996) menjelaskan bahwa komunikasi matematis mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan proses-proses matematis yang lain,

komunikasi diperlukan untuk melengkapi setiap proses matematis yang lain. Baroody (1993) mengemukakan bahwa komunikasi matematis adalah alat bantu dalam transmisi pengetahuan matematika atau sebagai pondasi dalam membangun pengetahuan matematika. Kemampuan komunikasi sangat diperlukan untuk merunutkan dan menjabarkan konstruksi solusi hasil analisis atau penjabaran logis dari permasalahan matematika yang timbul (Kramarski, 2010). Apabila mahasiswa memiliki kemampuan komunikasi tentunya akan membuat pemahaman mendalam tentang konsep matematika yang dipelajari mahasiswa, hal ini berarti dosen harus berusaha untuk mendorong mahasiswanya agar mampu berkomunikasi.

Di sisi lain, terciptanya kemampuan penalaran dan komunikasi matematika pada mahasiswa dapat dilakukan melalui penciptaan kondisi pembelajaran interaktif sehingga terbentuknya komunikasi ide-ide matematika. Kondisi ini diharapkan mendorong motivasi dan kepedulian mahasiswa untuk saling memberikan dan mencari bantuan dalam menemukan solusi pemecahan masalahnya dalam belajar. Salah satu pendekatan pembelajaran yang diduga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas proses dan hasil belajar mahasiswa adalah pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*). Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu model pembelajaran yang mengajak mahasiswa dapat berpikir kreatif, untuk ambil bagian dalam unjuk kerja, dan mengalami langsung apa yang dikerjakannya. Dalam *project-based learning* mahasiswa belajar dalam situasi problem yang nyata, yang dapat melahirkan pengetahuan yang bersifat permanen dan mengorganisir proyek-proyek dalam pembelajaran (Grant, 2009). Melalui pembelajaran berbasis proyek mahasiswa bekerja untuk menampilkan dan mengkonstruksi informasi secara mandiri, berbagi pengetahuan dengan orang lain, bekerja sama untuk tujuan bersama dan mengakui bahwa setiap orang memiliki keterampilan tertentu yang berguna untuk

setiap proyek yang dikerjakannya (Rais, 2010). Model ini cukup efektif dan menantang sebagai alat untuk membelajarkan mahasiswa secara aktif karena para mahasiswa didorong untuk lebih mandiri, dengan tidak bergantung sepenuhnya pada dosen, tetapi diarahkan untuk dapat belajar mandiri (Ruenglertpanyangkul, dkk, 2012). Pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi yang amat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna untuk pembelajar usia dewasa, seperti mereka yang sedang belajar di perguruan tinggi atau pelatihan untuk memasuki dunia kerja. Dalam pembelajaran berbasis proyek, pembelajar terdorong untuk lebih aktif dalam belajar karena instruktur atau dosen berposisi dibelakang dan pembelajar yang berinisiatif. Selain itu, dosen atau instruktur bertugas memberi kemudahan dan mengevaluasi kebermaknaan ataupun penerapan proyek bagi kehidupan pembelajar. Menurut Bridged (1998) pembelajaran berbasis proyek, merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada dosen untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan mahasiswa untuk kerja proyek. Kerja proyek yang memuat tugas-tugas kompleks berdasarkan kepada pertanyaan dan permasalahan dan menuntut mahasiswa untuk merancang, melakukan kegiatan investigasi, memecahkan masalah dan membuat keputusan serta memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk bekerja secara berkelompok maupun mandiri. Dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek diharapkan mahasiswa dapat dengan mudah memahami materi yang disampaikan, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Penerapan suatu model pembelajaran dalam proses belajar mengajar memerlukan faktor penunjang yang memadai dan sesuai agar kondisi belajar dapat tercipta dengan baik. Salah satu faktor penunjang tersebut adalah bahan ajar. Ketersediaan bahan ajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran akan mempermudah dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Bahan ajar merupakan bagian penting dalam

pelaksanaan pendidikan di perguruan tinggi serta memiliki peran yang sangat sentral dalam menentukan tingkat keberhasilan pengajaran. Bahan ajar dapat memberikan kesempatan mahasiswa membaca dan mempelajari konsep-konsep matematika di mana dan kapan saja, secara individu ataupun berkelompok. Bahan ajar memungkinkan mahasiswa dapat mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu. Oleh karena itu sangat beralasan kalau Ramdani (2012) menyimpulkan pada hasil studinya bahwa bahan ajar berkontribusi sekitar 75% terhadap tingkat keberhasilan pembelajaran.

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Tomlinson (2008). bahwa bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis baik tertulis maupun tidak sehingga tercipta lingkungan/suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar. Bahan ajar ini bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Bahan ajar yang disusun harus sesuai dengan kurikulum, karakteristik sasaran dan tuntutan pemecahan masalah belajar. Prastowo (2013) mengungkapkan bahwa bahan ajar merupakan segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistematis, yang menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran.

Umumnya yang sering dilihat, penyusunan bahan ajar mirip dengan buku teks. Cara penyajian materi cenderung langsung diberikan tanpa banyak proses mencari tahu dan terlepas apapun model pembelajaran yang digunakan. Bahan ajar yang disusun sebaiknya bisa mengarahkan siswa untuk turut aktif dalam proses pembelajaran. Sehingga dibutuhkan inovasi penyusunan bahan ajar agar sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan dan mengarah kepada kemampuan tertentu.

Mengacu pada paparan di atas, maka penelitian itu bertujuan mengembangkan bahan

ajar matematika teknik berbantuan komputer. Pengembangan bahan ajar ini mengadopsi keunggulan pembelajaran berbasis proyek dengan menyajikan proyek dalam bahan ajar, menjelaskan langkah mengerjakan proyek, dan menginformasikan konten bahan ajar yang mendukung penyelesaian proyek.

## **METODE PENELITIAN**

### **Model Pengembangan**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan R&D (*Research and Development*). Metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010). Dalam pengembangan penelitian ini menggunakan model pengembangan model 4-D (*four-D models*) yang terdiri dari empat tahap, yaitu: tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap pendiseminasian (*disseminate*). Pengembangan bahan ajar dapat dikembangkan dengan model 3-D, karena keterbatasan waktu, tenaga, biaya maka penelitian ini hanya sampai tahap ketiga saja. Dalam penelitian ini dilakukan pengembangan bahan ajar matematika teknik berbasis proyek berbantuan software Matlab.

### **Tahapan Pengembangan**

Pada tahap pendefinisian ditetapkan dan didefinisikan kebutuhan perkuliahan matematika teknik dengan menganalisis tujuan mata kuliah dan batasan materinya, sesuai dengan kurikulum di program studi teknik energi jurusan teknik kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Kegiatan yang dilakukan adalah analisis awal-akhir, analisis mahasiswa, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan perkuliahan. Aktivitas pengembangan bahan ajar dimulai dengan analisis materi kurikulum serta telaah tujuan perkuliahan matematika teknik dan capaian pembelajaran, serta berkonsultasi dengan dosen lain pengasuh mata kuliah matematika teknik. Pada tahap ini juga, peneliti memilah dan memilih materi yang cocok untuk disampaikan, ditinjau dari tujuan pembelajaran/ capaian

pembelajaran dan profil mahasiswa yang akan diajarkan.

Tahapan kedua yaitu disain. Tahap ini merupakan tahap awal dari perancangan bahan ajar yang akan digunakan dalam perkuliahan matematika teknik. Selain itu, juga dilakukan penyusunan instrumen tes kemampuan penalaran dan komunikasi matematis, penyusunan rencana perkuliahan.

Tahapan ketiga adalah pengembangan. Tahap pengembangan (*develop*) dilakukan melalui beberapa tahap, dimulai dari validasi dan revisi awal berdasarkan saran validator dan praktisi (pemakai), uji coba terbatas, analisis uji coba, revisi kedua berdasarkan analisis uji coba perangkat pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Bahan ajar yang telah dirancang pada tahap perancangan (*design*) divalidasi oleh lima orang ahliyang dipandang cakap sehingga diperoleh informasi berupa masukan, evaluasi, dan revisi terhadap model bahan ajar yang telah dirancang. Validator diminta memberi masukan tentang kecermatan isi, ketercernaan, penggunaan bahasa, dan perwajahan dari bahan ajar. Adapun aspek-aspek yang akan dinilai dari bahan ajar adalah: (1) ketepatan cakupan isi, meliputi kesesuaian isi bahan ajar dengan tujuan perkuliahan yang akan dicapai, dan keluasan atau kedalaman isi bahan ajar, (2) ketercernaan bahan ajar, meliputi penyajian materi yang sistematis dan format yang tertib dan konsisten, (3) Penggunaan bahasa, yaitu bahasa atau redaksional yang digunakan dalam bahan ajar jelas, tepat, dan komunikatif, (4) perwajahan/tampilan dari bahan ajar menarik dan (5) penggunaan ilustrasi yang jelas dan tepat.

Kecermatan isi adalah validitas atau kesahihan isi secara keilmuan. Validitas isi menunjukkan bahwa isi bahan ajar dikembangkan berdasarkan konsep dan teori yang berlaku pada matematika teknik. Dalam menilai validitas isi ini, validator diminta memberikan penilaian tentang definisi, teorema, contoh, dan latihan-latihan yang termuat dalam bahan ajar sesuai dengan tujuan perkuliahan yang akan dicapai seperti yang tertuang pada awal setiap kegiatan pembelajaran dan kemampuan yang akan

dikembangkan melalui bahan ajar tersebut, yaitu kemampuan penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa. Ketercernaan bahan ajar meliputi pemaparan atau penyajian materi yang logis dan runtut, kelengkapan contoh dan ilustrasi yang memudahkan pemahaman, dan format bahan ajar yang tertib dan konsisten.

Setelah divalidasi dilakukan revisi, Bahan ajar yang telah direvisi dikembalikan pada pakar dan praktisi untuk dinilai kembali. Dari hasil validasi akhir dilakukan revisi kedua. Bahan ajar yang sudah valid akan dilakukan uji coba produk dalam bentuk uji terbatas. Kemudian dilakukan uji praktikalitas dan efektifitas produk. Data pratikalitas diperoleh dari lembar observasi yang diberikan pada dosen. Untuk mengetahui apakah perangkat pembelajaran yang dibuat efektif untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematika mahasiswa, diketahui melalui tes kemampuan penalaran dan komunikasi matematika yang diberikan setelah bahan ajar diterapkan pada kegiatan perkuliahan.

### **Subjek Penelitian**

Subjek penelitian adalah mahasiswa semester 1 teknik energi jurusan teknik kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang mengikuti perkuliahan matematika teknik pada semester ganjil tahun akademik 2017/2018 yang terdiri atas dua kelas. Kedua kelas ini digunakan pada saat ujicoba lapangan penggunaan bahan ajar dalam perkuliahan matematika teknik. Ujicoba bertujuan untuk mengetahui kemampuan penalaran dan komunikasi matematis mahasiswa setelah memperoleh perkuliahan dengan menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Selain itu, ia juga bertujuan memperoleh masukan guna perbaikan bahan ajar.

### **Instrumen dan Teknik Analisis Data**

Instrumen penelitian diarahkan untuk melihat kelayakan bahan ajar jika digunakan dalam proses pembelajaran. Instrumen penelitian dalam penelitian ini berupa instrumen untuk memvalidasi bahan ajar, instrumen untuk melihat kepraktisan bahan ajar, dan instrumen untuk melihat keefektifan

bahan ajar jika diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Instrumen yang digunakan untuk memvalidasi bahan ajar disusun disesuaikan dengan konstruksi penyusunan bahan ajar yang berbasis kompetensi. Untuk keperluan itu pengukuran dilakukan dengan angket yang berupa rating dan saran secara kualitatif dari ahli untuk keperluan pertimbangan revisi bahan ajar. Kevalidan bahan ajar adalah skor yang diperoleh dari hasil pengisian lembar kevalidan bahan ajar oleh ahli. Skala pengukuran menggunakan model skala likert dengan 5 titik, yakni 1, 2, 3, 4, dan 5.

Instrumen yang digunakan untuk menilai kepraktisan bahan ajar dilakukan dengan angket yang diberikan dosen untuk setiap sub bab materi dari bahan ajar yang dihasilkan. Angket yang diberikan berupa rating yang akan diolah secara kuantitatif, dan saran-saran untuk keperluan pertimbangan revisi bahan ajar. Angket yang digunakan untuk mengetahui kepraktisan bahan ajar menggunakan skala pengukuran menggunakan model skala likert dengan 5 titik, yakni sangat setuju (SS), setuju (S), biasa saja/ragu (R), tidak setuju (TS), sangat tidak setuju (STS) dengan pembobotan berturut-turut 5, 4, 3, 2, dan 1.

Sementara itu, uji keefektifan dilakukan dengan maksud untuk mengetahui tingkat keberhasilan produk dalam membantu mahasiswa memahami materi yang diajarkan. Pada tahap ini diberikan tes kemampuan penalaran dan komunikasi matematika untuk melihat efek potensial dari pembelajaran menggunakan bahan ajar tersebut. Tes digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Instrumen tes kemampuan penalaran dan tes kemampuan komunikasi matematika terdiri dari masing-masing 5 butir soal uraian yang disusun berdasarkan indikator kemampuan penalaran dan komunikasi matematis dan penskoran dengan menggunakan rubric penilaian yang telah disusun. Sebelum instrument tes digunakan, instrument diuji validitas isi dan muka dan

reliabilitas berdasarkan penilaian dari 3 orang pakar, selanjutnya setelah direvisi dilakukan uji coba terhadap subjek diluar sampel untuk menguji validitas dan reliabilitas, daya pembeda dan tingkat kesukaran. Setelah dinyatakan valid dan layak, maka intrumen tes kemampuan penalaran dan komunikasi matematika digunakan untuk melihat efek potensial dari penggunaan bahan ajar terhadap peningkatan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika. Subjek coba dalam penelitian ini adalah 72 mahasiswa semester 1 pada jurusan teknik kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dan diarahkan untuk menjawab tujuan penelitian yaitu menghasilkan bahan ajar matematika yang layak. Kriteria layak dalam penelitian ini adalah memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa. Data yang berupa komentar, dan saran dianalisis secara kualitatif, yang selanjutnya digunakan sebagai masukan untuk merevisi produk yang dikembangkan. Data di analisis secara triangulasi berdasarkan masukan dari mahasiswa, teman sejawat dan pakar.

Uji statistik yang dipergunakan dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama ialah dengan melakukan uji prasyarat analisis guna menentukan jenis analisis apakah yang akan digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Berdasarkan hasil uji persyaratan analisis yang akan dilakukan jika data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal maka hipotesis akan diuji menggunakan uji rata-rata satu pihak. Teknik analisis dengan *independent sample t test* mengacu kepada butir penilaian; *independent sample t test* adalah untuk menguji dua sampel apakah ada perbedaan rata-rata (*mean*) antara dua populasi, dengan melihat rata-rata dua sampel (Sugiyono, 2010). Teknik ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan pemerolehan hasil diantara dua populasi setelah mendapat perlakuan dengan pemberian bahan ajar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan sedemikian rupa mengadopsi keunggulan pembelajaran berbasis proyek dengan menyajikan proyek dalam bahan ajar, menjelaskan langkah mengerjakan proyek, dan menginformasikan konten bahan ajar yang mendukung penyelesaian proyek, sehingga mahasiswa dimungkinkan mencapai kompetensi matematika yang relevan dengan materi yang dipelajari. Selain itu, fokus pengembangan bahan ajar diarahkan pada kemampuan berfikir matematika tingkat tinggi mahasiswa, seperti kemampuan penalaran dan komunikasi matematis.

Setelah selesai dilakukan penyusunan bahan ajar matematika teknik berbasis pembelajaran proyek berbantuan komputer, kemudian bahan ajar tersebut divalidasi oleh lima orang ahli. Validasi merupakan proses penilaian kesesuaian bahan ajar terhadap indikator-indikator dari aspek-aspek kelayakan bahan ajar untuk mengetahui apakah bahan ajar yang disusun telah memenuhi kategori bahan ajar yang baik, serta untuk mengetahui apakah bahan ajar yang disusun telah sesuai dengan pembelajaran berbasis proyek. Adapun aspek-aspek yang akan dinilai dari bahan ajar adalah: (1) Kelayakan isi, (2) Kelayakan Penyajian, (3) Kelayakan bahasa, (4) Kelayakan Kegrafikan. Setelah divalidasi ahli, dilakukan analisis terhadap hasil uji ahli, kemudian rancangan atau desain produk tersebut direvisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli pendidikan matematika tersebut, kemudian mengkonsultasikan hasil revisi produk bahan ajar matematika teknik berbasis pembelajaran proyek berbantuan komputer tersebut, selanjutnya dilakukan uji coba produk secara terbatas di salah kelas diluar subjek uji efek potensial yaitu pada kelompok mahasiswa semester 3 jurusan teknik kimia untuk mengetahui kelayakan buku

ajar, selain itu juga bertujuan untuk mengevaluasi kelengkapan materi, kebenaran materi, sistematika materi, dan berbagai hal yang berkaitan dengan materi seperti contoh-contoh dan fenomena serta pengembangan soal-soal latihan. Juga untuk mengevaluasi desain produk, kualitas produk, kemenarikan, dan keterbacaan.

### 1. Hasil Validasi Pakar Terhadap Bahan Ajar Matematika Teknik Berbasis Pembelajaran Proyek

Validitas bahan ajar ini dilihat dari instrumen validitas tenaga ahli. Hasil validitas oleh tenaga ahli digunakan untuk menentukan kelayakan bahan ajar dan pedoman dalam merevisi desain. Berdasarkan instrumen penilaian validitas tenaga ahli terhadap bahan ajar dianalisis berdasarkan (1) Kelayakan isi, meliputi kesesuaian isi bahan ajar dengan tujuan perkuliahan yang akan dicapai, dan keluasaan atau kedalaman isi bahan ajar, (2) Kelayakan Penyajian, meliputi penyajian materi yang sistematis dan format yang tertib dan konsisten, (3) Kelayakan bahasa, yaitu bahasa atau redaksional yang digunakan dalam bahan ajar jelas, tepat, dan komunikatif, (4) Kelayakan Kegrafikan yaitu perwajahan/tampilan dari bahan ajar menarik dan penggunaan ilustrasi yang jelas dan tepat. Jumlah tenaga ahli yang memvalidasi bahan ajar adalah 5 orang validator yang terdiri dari ahli matematika yang berlatar belakang doktor di bidang pendidikan matematika dan doktor matematika dan ahli bahasa. Skor terendah untuk setiap butir penilaian adalah 5, sedangkan skor tertinggi adalah 25. Skor setiap butir penilaian yang diperoleh dapat dikonversi ke dalam bentuk nilai sehingga nilai terendah adalah 20 dan nilai tertinggi adalah 100. Skor dan nilai rata-rata untuk satu indikator ditentukan dari skor dan nilai rata-rata semua butir penilaian yang terdapat dalam suatu indikator.

**Tabel 1. Analisis Data Validasi Pakar**

No	Aspek Yang Dinilai	%	Kriteria Kelayakan
1	Kelayakan Isi	84,62%	Sangat layak
2	Kelayakan Penyajian	86,54%	Sangat layak
3	Kelayakan Bahasa	84,62%	Sangat layak
4	Kelayakan Kegrafikan	86,54%	Sangat layak
	Rata-rata komponen	85,58%	Sangat layak

Berdasarkan tabel tersebut bahan ajar dengan pendekatan model pembelajaran berbasis proyek dinyatakan valid dan dapat digunakan dalam uji coba lapangan, meskipun demikian produk tersebut masih harus direvisi sesuai dengan komentar dan saran dari validator, agar bahan ajar yang dihasilkan lebih baik lagi.

## 2. Hasil Uji Kepraktisan

Uji Kepraktisan dilakukan kepada dosen pengampuh mata kuliah Matematika Teknik sebanyak 5 orang. Hasil uji kepraktisan dianalisis berdasarkan instrumen lembar uji kepraktisan. Berdasarkan lembar uji kepraktisan dianalisis empat indikator. Keempat indikator tersebut adalah isi bahan ajar, sajian dalam bahan ajar, manfaat bahan ajar bagi dosen, dan peluang implementasi bahan ajar. Pada setiap indikator terdapat butir penilaian sehubungan dengan tanggapan dosen terhadap bahan ajar. Butir penilaian pada setiap indikator memperoleh skor dari 1 – 5. Skor setiap butir penilaian yang diperoleh dikonversi ke dalam bentuk nilai sehingga nilai terendah 20 dan nilai tertinggi adalah 100.

Pada indikator isi bahan ajar terdapat tujuh butir penilaian, yaitu: (1). Materi sudah sesuai dengan setiap capaian pembelajaran program studi, (2) Materi sudah sesuai dengan setiap capaian pembelajaran khusus, (3) Materi yang disusun relevan untuk mahasiswa semester 1, (4) Secara substansi materi pada bahan ajar sudah benar, (5) Secara substansi materi pada bahan ajar sudah lengkap, (6) Materi pada bahan ajar sudah mengandung nilai kontekstual, dan (7) Latihan dan evaluasi sesuai dengan kompetensi. Pada indikator sajian dalam bahan ajar terdapat delapan butir penilaian, yaitu: (1) Tujuan pembelajaran pada bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek

dinyatakan dengan jelas, (2) Urutan penyajian dalam bahan ajar sudah baik, (3) Kalimat motivasi pada bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek sudah baik, (4) Informasi pada bahan ajar sudah lengkap, (5) Penyajian informasi pada bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat menumbuhkan rasa ingin tahu mahasiswa, (6) Kegiatan pembelajaran pada bahan ajar dapat digunakan untuk melatih mahasiswa bekerja sama, (7) Bahan ajar ini dapat melatih mahasiswa untuk gemar membaca, dan (8) Prasyarat matematika dapat menggambarkan pentingnya penguasaan matematika dalam memahami Matematika Teknik. Pada indikator manfaat bahan ajar bagi dosen terdapat empat butir penilaian yaitu: (1) Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat mengaktifkan mahasiswa belajar, (2) Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat digunakan untuk membuat pembelajaran (3) Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat digunakan untuk memotivasi mahasiswa, dan (4) Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat digunakan untuk membuat pembelajaran lebih menarik. Pada indikator peluang implementasi bahan ajar terdapat tiga butir penilaian, yaitu: (1) Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat digunakan untuk meningkatkan kemandirian mahasiswa dalam belajar, (2). Bahan ajar bercirikan pembelajaran proyek dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa, (3) Evaluasi dalam bahan ajar dapat digunakan mahasiswa untuk mengukur penguasaannya terhadap materi pelajaran.

Nilai hasil uji kepraktisan menurut penilai terhadap bahan ajar dapat ditentukan dengan mencari nilai rata-rata semua indikator. Nilai rata-rata yang didapatkan dari hasil uji

kepraktisan menurut penilai sebesar 85,48. Dari nilai tersebut dapat dikemukakan bahwa semua indikator bahan ajar berada pada kategori sangat baik. Berdasarkan nilai yang

didapatkan dari uji kepraktisan dapat disimpulkan bahwa desain bahan ajar telah praktis.

**Tabel 2. Analisis Data Uji Kepraktisan Bahan Ajar**

No	Aspek Yang Dinilai	%	Kriteria
1	Isi Bahan Ajar	86,3%	Sangat Baik
2	Sajian Bahan Ajar	84,5%	Sangat Baik
3	Manfaat Bahan Ajar	87,2%	Sangat Baik
4	Peluang Implementasi Bahan Ajar	83,9%	Sangat Baik
	Rata-rata komponen	85,48%	Sangat Baik

### 3. Hasil Uji Keefektifan Bahan Ajar

Sebelum dilakukan uji keefektifan bahan ajar pada mahasiswa terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap instrument tes kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematika yang akan digunakan yaitu menentukan validitas dan reliabilitas tes, tingkat kesukaran dan daya beda.

Untuk menghitung Validitas tes digunakan rumus korelasi Pearson yang sering dikenal dengan korelasi *product moment*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai  $r$  setiap butir  $> 0,9$ . Berdasarkan nilai tersebut dapat dikemukakan bahwa butir tes yang digunakan pada penelitian ini mempunyai validitas yang tinggi.

Reliabilitas tes yang menyatakan keandalan sebuah instrument tes dinyatakan dengan koefisien reliabilitas ( $r$ ). Nilai  $r$  alpha cronbach untuk instrumen tes Komunikasi Matematis mempunyai koefisien reliabilitas 0,751, sedangkan  $r$  alpha cronbach untuk instrumen tes penalaran Matematis mempunyai koefisien reliabilitas yang didapat dari perhitungan adalah sebesar 0,730. Angka ini menyatakan bahwa instrument tes yang

telah dikembangkan memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi.

Sedangkan hasil analisis tingkat kesukaran untuk instrument tes kemampuan penalaran matematika menunjukkan bahwa soal nomor 5 termasuk dalam kategori sukar, soal nomor 1, 2, dan 4 termasuk dalam kategori sedang, soal nomor 3 termasuk dalam kategori mudah. Hasil analisis klasifikasi daya pembeda menunjukkan bahwa soal nomor 1, 2, dan 3 termasuk dalam klasifikasi cukup baik, soal nomor 4 termasuk klasifikasi minimum, serta soal nomor 5 termasuk dalam klasifikasi sangat baik. Pada analisis tingkat kesukaran instrument tes kemampuan komunikasi matematika diperoleh hasil ke 5 butir yang digunakan mempunyai kategori sedang, dengan daya pembeda untuk butir nomor 1, 4 dan 5 pada kategori sulit dan butir nomor 2 dan 3 pada kategori sedang.

Kemampuan mahasiswa yang dianalisis adalah kemampuan penalaran dan komunikasi sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar. Data hasil tes kemampuan penalaran dan komunikasi mahasiswa sebelum penggunaan bahan ajar berbasis pembelajaran proyek diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Data Pretest Mahasiswa Sebelum Penggunaan Bahan Ajar**

No.	Parameter Deskriptif Data Pre-test	Nilai
1.	Rata-rata	36,45
2.	Varians	180,90
3.	Standar deviasi	13,45
4.	Nilai terendah	15,4
5.	Nilai tertinggi	59
6.	Median	33,6
7.	Modus	46
8.	Rentangan nilai	43,6

**Tabel 4. Data Post Test Mahasiswa Sesudah Penggunaan Bahan Ajar**

No.	Parameter Deskriptif Data Pos-test	Nilai
1.	Rata-rata	71,86
2.	Varians	276,22
3.	Standar deviasi	16,62
4.	Nilai terendah	40,8
5.	Nilai tertinggi	95,2
6.	Median	77
7.	Modus	80,8
8.	Rentangan nilai	54,4

Berdasarkan data yang didapatkan, terjadi peningkatan nilai rata-rata kemampuan penalaran dan komunikasi matematika setelah penggunaan bahan ajar. Nilai standar deviasi yang didapatkan dari kedua tes kemampuan penalaran dan komunikasi matematika menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa secara umum tidak jauh menyimpang dari nilai rata-rata. Nilai standar deviasi pre-test dan post-test yang hampir sama menjelaskan bahwa kenaikan nilai rata-rata kelas juga

diikuti oleh kenaikan nilai kemampuan mahasiswa secara individu.

Berdasarkan data deskriptif dari pre-test dan post-test dapat dicari analisis perbandingan korelasi yang berguna untuk membuktikan signifikansi perbedaan antara kemampuan penalaran dan komunikasi matematika sebelum dan sesudah perlakuan. Signifikansi perbedaan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa dapat dilihat dari data yang terdapat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perbedaan Hasil Belajar Sebelum dan Sesudah Perlakuan**

No.	Parameter	Data tes akhir
1.	D	1133
2.	Md	35,41
3.	$\Sigma x^2d$	2686,92
4.	Dk	31
5.	$t_{hitung}$	21,52
6.	$t_{tabel}$	1,70

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5 didapatkan jumlah gain ( $d = \text{post-test-pre-test}$ ) adalah 1133, mean dari perbedaan pre-test dengan post-test ( $Md$ ) adalah 35,41, jumlah kuadrat deviasi dari masing-masing subjek  $\Sigma x^2d$  adalah 2686,92.

Berdasarkan analisis yang dilakukan dan menghitung dengan menggunakan persamaan data hasil pre-test dan post-test mahasiswa, maka didapatkan nilai  $t_{hitung}$  sebesar 21,52 dan harga  $t_{tabel}$  untuk signifikansi 5 % = 1,70. Berdasarkan nilai  $t$  yang diperoleh  $t_{hitung} > t_{tabel}$  berarti terdapat perbedaan yang berarti antara kemampuan penalaran dan komunikasi matematika sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar berbasis pembelajaran proyek. Tingkat keefektifan bahan ajar dalam pembelajaran dihitung menggunakan *gain score* ternormalisasi. Hasil hitung *gain score* adalah 0,78. Skor ini berada pada kriteria tinggi. Jadi, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis pembelajaran proyek dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa.

**SIMPULAN**

Bahan ajar yang dikembangkan menggunakan pendekatan pembelajaran proyek telah memenuhi persyaratan baik dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan penggunaan bahasa dan kelayakan kegrafikan. Hasil penilaian pakar menyatakan bahwa semua aspek-aspek tersebut berada pada kategori sangat layak, dengan rata-rata keseluruhan komponen sebesar 85,58% (sangat layak). Hasil uji praktikan bahan ajar berbasis pembelajaran proyek berbantuan komputer termasuk

kategori tinggi. Nilai rata-rata praktikalitas bahan ajar dari praktisi adalah 88,4. Ini berarti bahan ajar telah memiliki nilai baik sekali dengan tingkat praktikalitas yang tinggi.

Instrumen tes yang disusun guna mengukur kemampuan komunikasi dan penalaran matematis mahasiswa layak digunakan untuk menguji efek potensial dari penggunaan bahan ajar, karena memiliki reliabilitas dan validitas yang tinggi baik dari segi muka dan isi. Tes tersebut juga memiliki daya pembeda yang cukup baik dan tingkat kesukaran yang sedang. Dengan demikian lima butir soal tes komunikasi matematis dan 5 butir soal tes penalaran matematika yang disusun ini dapat diandalkan dan dipakai sebagai instrumen pengumpul data dalam penelitian ini.

Hasil uji efektifitas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang berarti antara nilai pre-test dan post-test. Hasil hitung *gain score* adalah 0,78. Skor ini berada pada kriteria tinggi. Jadi, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis pembelajaran proyek dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematika mahasiswa.

Berkaitan dengan penilaian kesesuaian isi bahan ajar dengan tahapan pembelajaran berbasis proyek, 83,3% responden setuju bahwa materi pada buku teks mengedepankan proyek dan evaluasi yang digunakan mampu mewakili pemecahan masalah di dunia nyata. Seluruh responden setuju bahwa dengan belajar melalui bahan ajar yang dikembangkan, peserta didik terdorong untuk mendesain sendiri produk yang akan dikerjakan. Seluruh responden setuju bahwa dari proyek yang ditugaskan,

peserta didik terdorong untuk mengembangkan kompetensinya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ansjar, M. & Sembiring. 2000. *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Matematika di Perdosenan Tinggi*. Jakarta: Dirjen Dikti Departemen Pendidikan Nasional.
2. Baroody, A.J. 1993. *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.
3. Belawati, T. 2006. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Universitas Terbuka.
4. Bridged, J. S. 1998. Doing With Understanding: Lesson from Research on Problem and Project Based Learning. *The journal of the Learning Science*, 7(3/4): 271-311,
5. Greenes, C. & Schulman, L.1996. *Communication Proseses in Mathematical Explorations and Investigations*. In P.C Elliot and M.J Kenney (Eds) 1996. Yearbook. Communication in Mathematics, K-12 and Beyond. USA: NCTM.
6. Grant, M. 2009. *Understanding projects in project based learning: A student's perspective*. Paper presented at Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
7. Kusnandi, 2008. "Pembelajaran Matematika dengan Strategi Abduktif-Deduktif untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Membuktikan pada Mahasiswa", *Disertasi*, Bandung, Universitas Pendidikan Indonesia.
8. Kramarski, B. 2000. *The Effect of Different Instructional Methods on the Ability to Communicate Mathematical Reasoning*. Proceedings of the 24 Conference of the International Group for the Psychological of mathematics Education. Japan.
9. Prastowo, Andi. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
10. Ramdani, Y. 2012. "Pengembangan Instrumen dan Bahan Ajar Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, dan Koneksi Matematis Dalam Konsep Integral". *Jurnal Penelitian Pendidikan*, vol. 13, no. 1, April. ISSN 1412-565X.
11. Rais, M. 2010." Project-Based-Learning: Inovasi Pembelajaran yang Berorientasi Soft Skill". *Seminar Nasional Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Makasar.
13. Ruenglertpanyangkul, W., Vicheanpant, T., Chanchaona, S., & Nantawisarakul, T. 2012. "The Project Based Learning for Develop Student's Literacy and Working Skill in Rural School". *European Journal of Social Sciences*, 518-531.
15. Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*.CV Bandung: Alfabeta.
16. Sumarmo. 2010. *Penalaran matematika Tingkat Perguruan Tinggi*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
17. Tomlinson, B. 2008. *Material Development in Material Teaching*.New York: Cambridge University press.
18. Z. Sun, G. Finnie dan K. Weber, 2005. "Abductive Case Based Reasoning", *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 20, no. 9, pp. 957-983.