

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATEMATIKA  
MATERI KUANTOR BERBASIS STEAM PjBL PADA  
SMK ASSALAAM SUKOHARJO JURUSAN TEKNIK  
KOMPUTER DAN JARINGAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata II  
Pada Jurusan Magister Administrasi Pendidikan**

Oleh:

**FITRI AYUNINGSIH**

**Q100210030**

**PROGRAM STUDI ADMINISTRASI PENDIDIKAN  
SEKOLAH PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARATA  
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATEMATIKA MATERI  
KUANTOR BERBASIS STEAM PjBL PADA SMK ASSALAAM  
SUKOHARJO JURUSAN TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**EITRLAYUNINGSIH**

**Q100210030**

Dosen Pembimbing I



**Prof. Dr. Sutama, M.Pd.**

Dosen Pembimbing II



**Dr. Suyatmini, M.Si.**




HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATEMATIKA MATERI KUANTOR  
BERBASIS STEAM PjBL PADA SMK ASSALAAM SUKOHARJO JURUSAN  
TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN

OLEH  
FITRI LAYUNINGSIH  
Q100210030

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Sekolah Pasca sarjana  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Kamis, 1 Desember 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Prof. Dr. Utama, M.Pd.   
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. Suyatmini, M.Si. (  )  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dr. Sigit Haryanto, M. Hum. (  )  
(Anggota II Dewan Penguji)

  
Direktur Sekolah Pasca Sarjana  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
  
Drs. M. Farid Wajdi, M.M., Ph.D.  
NIDN. 0605056501

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 1 Desember 2022

Penulis



**FITRI LAYUNINGSIH**

**Q100210030**

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATEMATIKA MATERI KUANTOR  
BERBASIS STEAM PjBL PADA SMK ASSALAAM SUKOHARJO JURUSAN  
TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN**

**Abstrak**

Perubahan pada era yang sangat dinamis ini, pembelajaran SMK hendaknya memberikan pengetahuan dan keterampilan yang cakap kepada peserta didik untuk beradaptasi dalam dunia usaha dunia industri. Pentingnya pembelajaran matematika yang menggabungkan ilmu sains, teknologi, teknik, art, dan matematika (STEAM). Maka diperlukan perangkat ajar berupa modul ajar matematika berbasis STEAM dengan model PjBL (*Project Based Learning*) untuk pegangan guru dalam pembelajaran matematika. Guru masih kesulitan menyusun modul ajar matematika sesuai kurikulum merdeka berbasis *project* yang dapat mengaitkan dan mengembangkan kompetensi keahlian peserta didik SMK TKJ. Tujuan penelitian ini untuk mengasilkan produk berupa modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE dengan sampel penelitian kelas XI TKJ (Teknik Komputer Jaringan). Penelitian menggunakan instrumen lembar validasi ahli akademisi dan ahli praktisi untuk menguji kevalidan, angket pengguna untuk mengetahui kelayakan, dan soal *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui keefektifan modul ajar menggunakan uji *paired samples t test*. Hasil penelitian ini adalah penilaian uji validasi ahli materi, ahli bahasa, dan ahli kegrafikan memperoleh rata-rata persentase skor sebesar 87,9% (sangat valid). Hasil uji coba terbatas dengan respon pengguna sebesar 92,6% (sangat layak). Hasil uji coba kelas diperoleh Nilai sig. (2-tailed) sebesar  $0,00 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, artinya ada perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* maka dapat disimpulkan penggunaan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL efektif meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo

**Kata kunci: modul ajar, project based learning, STEAM**

**Abstract**

Changes in this very dynamic era, vocational learning should provide competent knowledge and skills to students to adapt in the business world of the industry. The importance of learning mathematics that combines science, technology, engineering, art, and mathematics (STEAM). Then a teaching device is needed in the form of a STEAM-based mathematics teaching module with the PjBL model (*Project Based Learning*) for teachers' guidance in learning mathematics. Teachers still have difficulty compiling math teaching modules according to the independent-based curriculum *project* which can link and develop the competency skills of TKJ SMK students. The purpose of this research is to produce a product in the form of a mathematics teaching module based on STEAM PjBL. This type of research is development research with the ADDIE model with a research sample of class XI TKJ (Computer Network Engineering). The research uses validation sheet instruments from academics and expert practitioners to test validity, user questionnaires to determine eligibility, and questions *pretest* and *posttest* to determine the effectiveness of teaching modules using tests *paired samples t test*. The results of this study were that the assessment of the validation test of material experts, linguists, and graphic experts obtained an average percentage score of 87.9% (very valid). Limited trial

results with a user response of 92.6% (very feasible). The class trial results obtained sig. (2-tailed) of  $0.00 < 0.05$  then  $H_0$  rejected and  $H_a$  accepted, meaning that there is a difference in the average value *pretest* and *posttest* it can be concluded that the use of STEAM PjBL-based quantite material teaching modules is effective in increasing the mathematics learning outcomes of students in class XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo

**Keywords: teaching module, project based learning, STEAM**

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia telah lama mengalami krisis dan kesenjangan pembelajaran dengan beragam faktor penyebabnya. Pada tingkat sekolah menengah kejuruan, terlihat angka pengangguran lulusan SMK masih tertinggi sebesar 8,49% bertentangan dengan tujuan SMK yaitu mengembangkan kompetensi dan sikap profesional peserta didik untuk mendapatkan pekerjaan. (Kemendikbudristek, 2021)

Pandemi COVID-19 menambah krisis pembelajaran terlihat tidak sedikit peserta didik yang mengalami *learning loss* akibatnya sulitnya menggapai kompetensi dasar yang telah ditetapkan. Kemendikburistek mengeluarkan kebijakan Kurikulum Merdeka untuk dijadikan rujukan kurikulum bagi satuan pendidikan dalam rangka melakukan perbaikan pembelajaran. Aktualitas Kurikulum Merdeka merupakan wujud perbaikan dalam rangka melewati peristiwa *learning loss*. (Kemendikbudristek, 2021)

Nadiem (2021), ada beberapa keunggulan yang ada dalam Kurikulum Merdeka yaitu berpusat pada materi yang penting dan peningkatan kompetensi peserta didik pada fasenya, proses pembelajaran menjadi signifikan, tidak tergesa-gesa, dan menggembirakan. Melalui kegiatan proyek, peserta didik aktif mengeksplorasi isu-isu terkini seperti isu teknologi, lingkungan, kesehatan, dan lainnya untuk mengembangkan karakter dan kompetensi Profil Pelajar Pancasila. Pengajar memiliki kebebasan untuk membuat dan menentukan perangkat ajar sesuai dengan karakteristik satuan pendidikan dan peserta didik. (Kemendikbudristek, 2021)

Perangkat ajar dalam kurikulum merdeka meliputi kurikulum operasional satuan pendidikan, alur dan tujuan pembelajaran dan keterkaitannya dengan capaian pembelajaran, buku teks pelajaran, modul ajar, modul proyek penguatan profil pelajar pancasila dan video pembelajaran. Guru merencanakan pembelajaran dengan membuat modul ajar yang memuat tujuan, langkah, dan asesmen yang diperlukan dalam satu unit berlandaskan alur tujuan pembelajaran. Guru mendapatkan kebebasan untuk mengembangkan modul ajar sesuai dengan konteks, kebutuhan dan karakteristik peserta didik. (Kemendikbudristek, 2021)

Pendekatan STEAM adalah pembelajaran yang mengintegrasikan *science*,

*technology, engineering, arts and mathematics* untuk mengembangkan kreativitas, inovasi, keterampilan, dan keterlibatan siswa.(Hasanah, 2019). *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran dimana peserta didik mengeksplorasi materi dengan memakai beraneka metode yang bermanfaat bagi dirinya dan melakukan eksperimen secara berkelompok.(Diana & Saputri, 2022)

Model STEAM PjBL mengakibatkan peserta didik mempunyai dan mengembangkan kompetensi dengan diberikannya problem menantang dengan merancang suatu proyek dan mengintegrasikan berbagai subjek (STEAM), menggunakan alat dan bahan tertentu. (Diana & Saputri, 2022)(Harahap, Nasution, & Nasution, 2021). Melalui pembelajaran matematika berbasis STEAM PjBL peserta didik SMK mampu menguasai hubungan antara materi program keahlian dengan matematika, memecahkan masalah, memiliki kemampuan berpikir kritis, komunikasi, sikap produktif, dan penalaran adaptif. (Lisgianto & Mulyatna, 2021). Materi matematika yang membantu memahami materi produktif TKJ adalah logika matematika.

Logika memegang kontribusi yang sangat signifikan di bidang ilmu komputer sehingga disebut juga “*The Calculus Of Computer Science*”. Logika dalam ilmu komputer digunakan sebagai dasar materi bahasa pemrograman, struktur data, kecerdasan buatan, teknik/sistem digital, basis data, teori komputasi, rekayasa perangkat lunak, sistem pakar, jaringan syaraf tiruan, dan lain-lainnya yang mempergunakan logika secara mendalam.(Yasin, Zarlis, & Nasution, 2018)

Logika matematika (*Mathematical Logic*) adalah cabang ilmu di bidang matematika yang memperjelas dan memperdalam masalah logika dengan kaidah-kaidah matematika. Jika mengkaji ilmu komputer, maka wajib mempelajari masalah logika.(Yasin et al., 2018)

Kuantor adalah suatu sebutan yang menunjukkan “berapa banyak” dari suatu objek dalam suatu tatanan. Suatu kesimpulan dalam logika sering dideskripsikan dengan kuantor yaitu kuantor universal (umum) dan kuantor eksistensial (khusus). Kalimat berkuantor yang berupa simbol dianggap materi susah oleh siswa, sehingga penulis ingin mengajak siswa menemukan kalimat berkuantor di kehidupan sehari hari yang tidak disadari oleh kita ada umumnya dan menyelesaikan permasalahan kontekstual berkaitan kalimat berkuantor.

Capaian Pembelajaran untuk mata pelajaran Matematika SMK/MAK mengarah pada capaian pembelajaran untuk SMA/MA tapi dikembangkan sesuai kejuruan masing-masing. Materi Logika Matematika tidak muncul dalam capaian pembelajaran fase E dan F SMA/MA, sehingga Kemendikbudristek tidak menyediakan modul ajar tentang materi

logika matematika khususnya kuantor di aplikasi Merdeka Mengajar. Mengingat pentingnya materi ini bagi siswa SMK TKJ maka peneliti tertarik untuk mengembangkan modul ajar tersebut. Apalagi modul ajar adalah format baru sebagai perangkat ajar bagian Kurikulum Merdeka yang belum banyak guru memahami dan memilikinya.

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan guru matematika dan guru mata pelajaran kejuruan di SMK Assalaam Sukoharjo, materi logika matematika khususnya kuantor sangat dibutuhkan untuk mendukung kompetensi keahlian tersebut. Perlunya pengembangan modul ajar yang sesuai dengan karakteristik siswa SMK TKJ melalui pembelajaran berbasis STEAM PjBL materi logika matematika. Melalui pertanyaan atau masalah menantang, membuat perencanaan suatu proyek dengan cara menggabungkan berbagai subjek sehingga pembelajaran berbasis STEAM PjBL menghadirkan kegiatan pembelajaran yang mampu meningkatkan kecakapan berpikir kritis siswa. Guru kesulitan membuat modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL tuntutan kurikulum merdeka yang lebih berpusat pada materi yang penting, signifikan, tidak tergesa-gesa, dan menggembirakan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik SMK TKJ

Berlandaskan hal tersebut peneliti mengembangkan modul ajar matematika berbasis STEAM PjBL dengan membatasi materi bab logika matematika sub bab kuantor dengan judul “*Pengembangan Modul Ajar Matematika Materi Kuantor Berbasis STEAM PjBL di SMK Assalaam Sukoharjo jurusan Teknik Komputer Jaringan*”

Tujuan penelitian ini adalah 1) Mengembangkan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL pada SMK Assalaam Sukoharjo jurusan TKJ, 2) Mendeskripsikan kelayakan modul ajar, dan 3) Mendeskripsikan efektivitas modul ajar tersebut.

## **2. METODE**

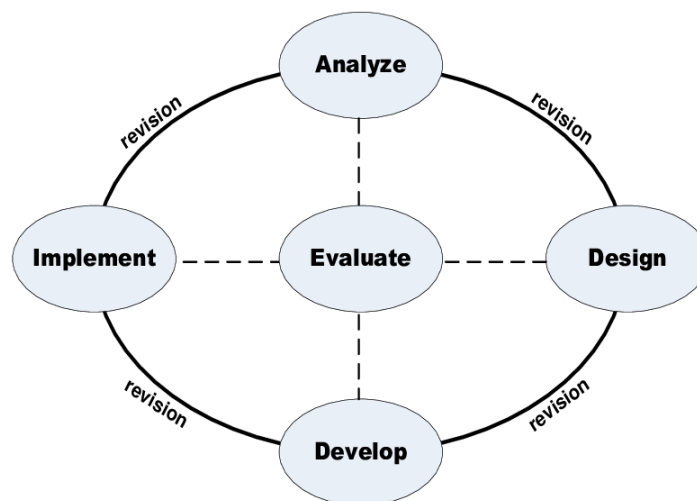
Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode ini dipakai untuk menciptakan dan menguji keefektifan dari produk tersebut (Sugiyono, 2017). Produk pada penelitian ini berupa modul ajar matematika materi kalimat kuantor berbasis STEAM PjBL. Model pengembangan menggunakan ADDIE (*analyze, design, development, implement, and evaluate*). Penelitian dilakukan di SMK Assalaam Sukoharjo jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) adalah salah satu unit sekolah di Pondok Pesantren Modern Islam Assalaam Surakarta yang beralamatkan di Jl Garuda Mas Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah dengan nomor telpon 0271 718741 dengan subjek penelitian kelas XI pada bulan Juni – Agustus tahun 2022 dilanjutkan pengolahan data hingga



penyusunan tesis sampai bulan November 2022.

Sumber data pada penelitian adalah guru matematika kelas XI TKJ yaitu Taufik Hidayat, S.Pd, guru mata pelajaran Produktif kelas XI TKJ yaitu Aris Setyadi, S.Kom, Ahli materi oleh Dr. Muhammad Noor Kholid, M.Pd yaitu dosen FKIP Jurusan Pendidikan matematika Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS), Ahli bahasa oleh Dr Miftakhul Huda, M.Pd yaitu Dosen FKIP Jurusan Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia UMS, Ahli kegrafikan oleh Arif Setyawan, M.Kom, M.Eng yaitu Dosen FKIP jurusan Pendidikan Teknik Informatika UMS, Ahli materi Praktisi oleh Pangarso Yuliatmoko, M.Pd yaitu pengawas Sekolah cabang dinas Pendidikan dan Kebudayaan Wilayah VII, dan kelas XI TKJ sejumlah 15 peserta didik serta dokumen pendukung seperti buku, artikel yang relevan dengan penelitian ini

Langkah-langkah pengembangan model ADDIE menurut Branch disajikan sebagaimana pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1 Model Pengembangan ADDIE (Setiyorini, 2020)

Tahapan Pengembangan pada penelitian terlihat pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 1. Tahapan pengembangan berdasarkan Model ADDIE

Tahapan	Keterangan	Waktu
<i>Analysis</i>	a. Menganalisis data hasil observasi perangkat pembelajaran dan proses pembelajaran matematika materi kuantor di kelas XI TKJ	10 Juni 2022
	b. Menganalisis data hasil wawancara dengan guru matematika tentang penggunaan perangkat pembelajaran dan proses pembelajaran matematika materi kuantor yang selama ini digunakan serta kebutuhan guru matematika. Wawancara juga dilakukan kepada guru produktif terkait kebutuhan dan karakteristik peserta didik kelas XI TKJ	11 Juni 2022

<i>Design</i>	a. Penyusunan produk awal modul ajar dari cover, kata pengantar, daftar isi, bagian I informasi umum, bagian II komponen inti atau kegiatan pembelajaran, bagian III asesmen meliputi asesmen formatif dan asesmen sumatif seperti asesmen diagnostik, LKPD dan tes tertulis, bagian IV pengayaan dan remedial, bagian V refleksi guru dan peserta didik serta bagian lampiran meliputi materi pembelajaran, glosarium dan daftar pustaka.	12 Juni – 11 Juli 2022
	b. Memvalidasi produk modul ajar kepada ahli yaitu ahli akademisi dan praktisi.	11–21 Juli 2022
<i>Development</i>	Menguji kelayakan dengan uji coba terbatas sejumlah 6 peserta didik dengan instrumen angket untuk mengetahui respon guru matematika dan peserta didik kelas XI TKJ.	27 Juli 2022
<i>Implementation</i>	Tahap ini dilakukan uji coba kelas dengan menggunakan modul ajar pada proses pembelajaran di kelas XI TKJ yang berisi 15 peserta didik.	1-10 Agustus 2022
<i>Evaluation</i>	Evaluasi hasil uji coba kelas berupa asesmen diagnostik kognitif sebagai nilai <i>pretest</i> dan asesmen sumatif sebagai nilai <i>posttest</i> berupa soal essay untuk mengetahui peningkatan keterampilan kolaborasi dan nilai pengetahuan peserta didik.	1-10 Agustus 2022

Teknik pengumpulan data menggunakan dokumentasi, observasi, wawancara dan angket. Dokumentasi adalah perangkat pembelajaran matematika materi kuantor di kelas XI TKJ yang selama ini digunakan guru matematika, instrumen validasi ahli materi, ahli bahasa, dan ahli kegrafikan terhadap modul ajar dan instrumen asesmen yang sudah termuat pada modul ajar materi kuantor berbasis STEAM PjBL serta dokumen hasil asesmen sebagai nilai *pretest* dan *posttest*. Observasi dilakukan saat proses pembelajaran sebelum dan sesudah menggunakan modul ajar matematika untuk mengetahui adanya hasil belajar peserta didik ditinjau dari keterampilan kolaborasi dan nilai pengetahuan. Wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada guru matematika dan guru produktif kelas XI TKJ terkait kebutuhan dan karakteristik peserta didik dan proses pembelajaran matematika materi kuantor yang selama ini diterapkan. Angket diberikan untuk para ahli dalam menghasilkan produk, angket respon guru dan peserta didik untuk menguji kelayakan modul ajar.

Teknik analisis berupa deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Deskriptif kualitatif dari data dokumen perangkat pembelajaran matematika materi kuantor, observasi proses pembelajaran matematika materi kuantor, wawancara guru matematika dan guru produktif kelas XI TKJ, saran, tanggapan dan masukan dari para ahli, hasil observasi keterampilan

kolaborasi peserta didik pada ujicoba kelas sejumlah 15 peserta didik. Deskriptif kuantitatif dari hasil angket para ahli, angket respon satu guru matematika kelas XI TKJ dan 6 peserta didik dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah menggunakan skala Likert, hasil uji coba kelas juga berupa nilai *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui keefektifan modul ajar.

Skala Likert yang digunakan terdiri dari empat pilihan dengan “skor 4” artinya sangat sesuai, “skor 3” artinya sesuai, “skor 2” artinya cukup sesuai dan “skor 1” artinya kurang sesuai. Hasil angket para ahli, respon guru dan peserta didik kemudian dilakukan perbandingan skor yang diberikan oleh validator ( $\Sigma R$ ) dengan skor ideal (maksimal) yang ditetapkan dalam angket (N) (Arifin, 2010: 137) dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma R}{N} \times 100 \%$$

Keterangan dari rumus diatas yaitu P adalah persentase poin yang diklaim (dibulatkan),  $\Sigma R$  adalah jumlah jawaban yang dipilih oleh validator dan N adalah skor maksimum. Kriteria tingkat kualifikasi dalam modul ajar ini dijelaskan pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 Kriteria tingkat kualifikasi

Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi
76-100%	Sangat baik
51-75%	Baik
26-50%	Cukup baik
0-25%	Kurang baik

Uji coba kelas dalam penelitian ini adalah metode *pra-eksperimental* dengan satu kelas eksperimen. Hasil uji coba kelas juga berupa nilai pengetahuan dianalisis menggunakan program SPSS versi 26 dengan signifikansi 95% dengan melakukan uji normalitas dan uji t. Uji Normalitas Shapiro Wilk digunakan karena sampelnya kurang dari 50 yaitu kelas XI TKJ dengan jumlah siswa 15 orang. Menurut Sugiyono (2017) dasar pengambilan keputusan berbasis probabilitas adalah jika nilai probabilitas  $> 0,05$  maka populasi dikatakan berdistribusi normal, jika nilai probabilitas  $\leq 0,05$  maka populasi dikatakan tidak berdistribusi normal.

Uji t menggunakan *Paired sampel t-test* atau uji beda dua sampel berpasangan yaitu subjek yang sama tetapi diperlakukan berlainan. Menurut Widiyanto (2013:35), uji-t berpasangan adalah metode pengujian untuk mengevaluasi keefektifan perlakuan, dengan ditandai adanya perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah perlakuan. Pengujian untuk mengetahui perbedaan signifikan sebesar 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ) antara variabel bebas dan terikat.

Dasar untuk memutuskan menerima atau menolak  $H_0$  dalam pengujian ini yaitu a) Jika

nilai signifikan  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima atau  $H_a$  ditolak (perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* tidak signifikan), b) Jika nilai signifikan  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak atau  $H_a$  diterima (perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* signifikan). Rumus *Paired T-test* dimana  $t$  adalah nilai  $t$  hitung,  $\bar{x}$  adalah rata rata nilai *pretest* atau *posttest*,  $S$  = Standar deviasi nilai *pretest* atau *posttest* dan  $n$  adalah jumlah sampel adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{x}\sqrt{n}}{S}$$

Dalam menginterpretasikan *Paired sample t-test* ditentukan nilai  $\alpha$ ,  $df$  (*degree of freedom*) =  $N-k$ , untuk *paired sample t-test*  $df = N-1$ . Selanjutnya  $t_{hitung}$  tersebut dibandingkan dengan  $t_{tabel}$  dengan tingkat signifikansi 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dengan keputusan yaitu jika  $t_{tabel} > t_{hitung}$  maka  $H_0$  diterima atau  $H_a$  ditolak, jika  $t_{tabel} < t_{hitung}$  maka  $H_0$  ditolak atau  $H_a$  diterima. Syarat kriteria pengujian yaitu  $H_0$  diterima jika P-value (sig-2 tailed)  $\geq \alpha$  dan  $H_0$  ditolak jika P-value (sig-2 tailed)  $< \alpha$ .

Hipotesis pada penelitian ini adalah “penggunaan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL dapat efektif meningkatkan hasil belajar matematika kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo dengan  $H_0$  = tidak ada perbedaan rata – rata *pretest* dan *posttest* ,  $H_a$  = ada perbedaan rata – rata *pretest* dan *posttest*. Uji coba modul ajar dikatakan efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik jika syarat yang menjadi kriteria pengujiannya yaitu  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima jika P-value (sig-2 tailed)  $< \alpha$ .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Tahap *Analysis*

Tahap *analysis* (analisis), peneliti melakukan analisis perangkat pembelajaran matematika materi kuantor, proses pembelajaran matematika materi kuantor, karakteristik peserta didik kelas, kebutuhan peserta didik dan guru. Perangkat pembelajaran matematika materi kuantor yang dipakai guru matematika kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo masih memakai perangkat pembelajaran kurikulum 2013 yang terdiri Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan penilaian serta bahan ajar yang terpisah sehingga perangkat pembelajaran tidak sesuai dengan pendapat Daryanto (2013) bahwa modul yang baik harus memiliki karakteristik *Stand alone* yaitu modul tidak bergantung bahan ajar atau media lain.

Proses pembelajaran matematika materi kuantor menggunakan pendekatan *scientific* model *problem based learning* dimana peserta didik hanya sampai tahap menemukan konsep

dan menyelesaikan masalah belum sampai tahap menciptakan. Hal ini tidak sesuai konsep pembelajaran pada kurikulum merdeka berbasis kegiatan proyek untuk mendukung pengembangan karakter dan kompetensi Profil Pelajar Pancasila. (Kemendikbudristek, 2021)

Karakteristik peserta didik SMK Assalaam Sukoharjo jurusan TKJ memiliki kompetensi perakitan komputer, perbaikan komputer, perbaikan peripheral, web desain, jaringan, sampai dengan keamanan jaringan. Peserta didik saat kelas X mendapatkan materi dasar desain grafis dengan menggunakan aplikasi Corel Draw, subjek penelitian kelas XI saat ini memiliki kompetensi dan ketrampilan dalam mendesain menggunakan corel Draw. Hal ini mendasari peneliti untuk mengembangkan kompetensi dan ketrampilan peserta didik dalam mendesain menggunakan corel Draw melalui pembelajaran matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL.

Kebutuhan peserta didik akan materi bab logika matematika sub bab kuantor dimana materi tersebut tidak ada lagi di kurikulum merdeka padahal materi tersebut menjadi dasar pada materi produktif seperti jaringan. Peserta didik juga membutuhkan pembelajaran matematika yang dapat berkolaborasi dengan pembelajaran produktif untuk mengembangkan kompetensi dan ketrampilan yang dibutuhkan peserta didik SMK TKJ dalam dunia kerja, khususnya dunia industri sesuai penelitian Lisgianto and Mulyatna (2021). Oleh karena itu guru membutuhkan modul ajar matematika yang sesuai karakteristik dan kebutuhan siswa SMK jurusan TKJ.

Berdasarkan analisis tersebut diperoleh modul ajar yang dikembangkan cocok menggunakan pendekatan berbasis STEAM PjBL yaitu pembelajaran yang mengkolaborasikan sains, teknologi, teknik, seni dan matematika menggunakan model *project based learning*. Sesuai dengan penelitian Diana dan Saputri (2022), Harahap, dkk (2021) bahwa pembelajaran berbasis PjBL-STEAM memberi siswa kesempatan untuk memiliki dan mengembangkan keterampilan kritis mereka dengan mengajukan pertanyaan atau masalah sulit yang memerlukan perencanaan proyek, mengintegrasikan mata pelajaran yang berbeda (STEAM) dan mencari informasi tentang alat dan bahan yang dapat mereka gunakan untuk mengerjakan proyek.

#### **b. Tahap *Design***

Tahap *design* (desain), peneliti merancang *draf* modul ajar diberi judul “Modul Ajar Matematika Materi Kuantor Berbasis STEAM PjBL kelas XI SMK Teknik Komputer dan Jaringan”. Spesifikasi produk modul ajar sebagai berikut; a) Ukuran modul adalah Kertas A4, ketebalan 0,5 cm, b) *cover* berupa *Art carton*, ketebalan 230 gsm, depan belakang berwarna terlihat pada gambar 1, c) jumlah halaman sejumlah 46 halaman (berserta halaman judul), d)

materi adalah kuantor, e) Kandungan memuat perangkat pembelajaran matematika berbasis STEAM PjBL.



Gambar 2. Cover modul ajar matematika

Materi modul ajar dikaji secara menyeluruh, mendalam, akurat dengan keadaan nyata dan prosedur yang jelas, dengan bahasa yang sederhana dan komunikatif sehingga mudah dipahami serta disajikan secara runtut, konsisten, didukung dengan unsur grafis sesuai dengan standar ISO dan *cover* yang menarik hal ini sesuai dengan karakteristik modul. Menurut Daryanto (2013: 9-11) yang menyebutkan modul yang baik harus memiliki ciri-ciri antara lain; *Self Instruction* yaitu adanya tujuan pembelajaran yang nyata, materi disajikan sesuai konteks kegiatan dan lingkungan peserta didik, adanya instrumen penilaian dan umpan balik serta referensi, *Self Contained* yaitu seluruh materi pembelajaran terdapat didalam satu modul utuh, *Stand alone* modul yang dikembangkan tidak bergantung bahan ajar lain, *Adaptive* artinya modul mengikuti perkembangan IPTEK, fleksibel atau luwes, *User Friendly* artinya penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti, serta menggunakan istilah yang umum digunakan.

Berdasarkan validasi, masukan, arahan dari ahli materi, ahli bahasa dan ahli kegrafikan diatas, selanjutnya menghitung nilai yang didapat dari validator tersebut. Validasi ahli materi yang terdiri dari 6 bagian yaitu informasi umum, komponen inti, asesmen, pengayaan dan remedial, refleksi peserta didik dan guru dan lampiran. Validator I merupakan ahli materi akademisi sedangkan Validator II merupakan ahli materi akademisi praktisi. Hasil validasi ahli materi memperoleh prosentase 95% menunjukkan sangat valid digunakan dalam pembelajaran dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Hasil penilaian ahli materi

Bagian	Validator I	Validator II	Rata-rata	Persentase	Kriteria
Informasi umum	22	22	48	92%	Sangat Valid
Komponen inti	27	29	64	88%	

Asesmen	32	34	72	92%
Pengayaan dan remedial	4	4	8	100%
Refleksi peserta didik dan guru	4	4	8	100%
Lampiran	12	12	24	100%
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>224</b>	<b>95%</b>

Indikator validasi ahli bahasa sesuai tabel 4 di bawah ini memperoleh prosentase 75% menunjukkan valid terhadap aspek bahasa yang mendukung.

Tabel 4 Hasil penilaian ahli bahasa

<b>Indikator</b>	<b>Jumlah Skor</b>	<b>Persentase Kriteria</b>	
Komunikatif	3	75%	
Lugas	6	75%	
Koherensi dan keruntutan alur pikir	12	75%	
Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang benar	6	75%	<b>Valid</b>
Penggunaan istilah simbol dan lambang	6	75%	
Dialogis dan berpikir kritis	3	75%	
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>75%</b>	

Indikator validasi ahli kegrafikan dipaparkan pada tabel 5 dibawah ini. Hasil validasi ahli kegrafikan memperoleh prosentase 93,6% yang artinya sangat valid terhadap aspek kegrafikan yang mendukung dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil penilaian ahli kegrafikan

<b>Indikator</b>	<b>Jumlah Skor</b>	<b>Persentase</b>	<b>Kriteria</b>
Ukuran modul	8	100%	
Tata letak cover modul	11	92%	
Tipografi cover modul	12	100%	
Ilustrasi cover modul	5	63%	<b>Sangat Valid</b>
Tata letak isi modul	16	100%	
Tipografi isi modul	16	100%	
Ilustrasi isi modul	16	100%	
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>93,6%</b>	

Berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli kegrafikan diperoleh rata-rata 87,9% yang artinya modul ajar matematika ini dinilai sangat valid digunakan untuk uji coba terbatas.

### c. Tahap *Development*

Penilaian, saran dan masukan dari validator menjadi dasar bagi peneliti melakukan perbaikan produk. Selanjutnya untuk mengetahui kelayakan modul ajar produk diujicoba terbatas kepada pengguna yaitu seorang guru matematika kelas XI TKJ dan 6 peserta didik

kelas XI TKJ yang memiliki kemampuan rendah, sedang dan tinggi. Berakhir mengisi angket respon guru matematika dan peserta kelas XI TKJ.

Berdasarkan angket respon guru (V7) dan peserta didik (V1 – V6) diperoleh hasil sangat layak dengan rata-rata presentase 92,9% menunjukkan modul ajar sangat layak digunakan tertera pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Hasil respon pengguna terhadap modul ajar

Aspek	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	Total	Persentase	Kriteria
Materi	33	33	34	33	32	32	36	233	92.5%	Sangat layak
Bahasa	11	11	11	12	10	12	12	79	94.0%	Sangat layak
Ketertarikan	23	24	22	22	21	23	20	155	92.3%	Sangat layak
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>467</b>	<b>92.9%</b>	<b>Sangat layak</b>

Hasil respon guru matematika kelas XI TKJ dan 6 peserta didik kelas XI TKJ menyatakan penggunaan modul ajar matematika ini dikategorikan sangat layak dengan persentase sebesar 92,9%. Langkah validasi penelitian sesuai tulisan oleh Daryanto (2013: 16-24), yaitu penulisan modul dimulai dengan membuat garis besar atau konsep modul untuk proses validasi dan pengujian. Jika hasil eksperimen ditemukan layak, modul dapat dipraktikkan. Berdasarkan hal tersebut maka modul ajar matematika ini dapat digunakan untuk uji coba kelas.

#### d. Tahap *Implementation*

Tahap *implementation* (implementasi) dilakukan sebanyak dua kali pertemuan. Pertemuan pertama, tanggal 1 Agustus 2022 terlebih dahulu dilakukan asesmen diagnostik kognitif sebagai *pretest*. Pada modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL, *pretest* tersebut diambil pada nilai asesmen diagnostik kognitif. Selanjutnya peserta didik menggunakan dan mengerjakan LKPD dengan tujuan pembelajaran menemukan karakteristik kuantor universal dan kuantor eksistensial pada kehidupan sehari-hari khususnya di lingkungan pondok/ sekolah, mengonstruksi rumus kuantor universal dan kuantor eksistensial, menemukan negasi/ingkaran dari kuantor dan menerapkannya untuk memecahkan masalah kontekstual. LKPD merupakan instrumen asesmen formatif dan asesmen sumatif jenis non tes. Diakhir pertemuan pertama, Setiap kelompok diberi proyek di luar jam sekolah yaitu membuat dua desain berupa rambu/ tanda kuantor universal dan kuantor eksistensial yang berada di lingkungan pondok/ sekolah menggunakan aplikasi *Corel Draw*. Setiap kelompok membuat pembagian tugas, menyusun jadwal proyek, membuat *timeline* proyek untuk masing-masing anggota.

Pembagian tugas meliputi menemukan area yang akan di beri rambu/ tanda kuantor



universal dan kuantor eksistensial yang berada di lingkungan pondok/ sekolah, membuat tema rambu/ tanda kuantor universal dan kuantor eksistensial, menggambar desain rambu/ tanda kuantor universal dan kuantor eksistensial menggunakan kertas gambar, menggambar rambu/ tanda kuantor universal dan kuantor eksistensial menggunakan aplikasi Corel Draw

Proyek dilakukan diluar jam sekolah, peserta didik melaporkan perkembangan proyek kepada guru setiap dua hari sekali, mengisi lembar monitoring kemajuan proyek. Peserta didik juga berkonsultasi kepada guru mengenai hasil proyek sebelum dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan kedua, tanggal 10 Agustus 2022 peserta didik mempresentasikan hasil proyek setelah melakukan konsultasi kemajuan proyek. Peserta didik lainnya melakukan diskusi berkaitan dengan hasil presentasi dari kelompok yang didepan kelas dan memberikan umpan balik dari hasil presentasi kelompok lain serta mengisi lembar instrumen umpan balik. Makna desain kuantor universal ( $\forall$ ) dari kelompok I yaitu semua orang dilarang merokok, kelompok II yaitu semua orang dilarang gaduh di Masjid, kelompok III yaitu semua orang dilarang menginjak rumput di taman, dan kelompok IV yaitu semua orang dilarang mencuri sandal. Makna desain kuantor eksistensial ( $\exists$ ) dari kelompok I yaitu beberapa orang dilarang masuk di resto Assalaam kecuali staff resto, kelompok II yaitu sebagian orang dilarang masuk area santriwati yaitu santriwan, kelompok III yaitu sebagian orang dilarang pacaran yaitu santriwan santriwati, dan kelompok IV yaitu ada orang yang dilarang masuk area asrama yaitu wali santri.

Selama proses pembelajaran guru melakukan asesmen formatif berupa pengamatan pengerjaan LKPD dan pembuatan proyek desain kuantor untuk mengetahui keterampilan kolaborasi peserta didik. Pada akhir pertemuan kedua ini peserta didik melakukan asesmen sumatif 3 jenis tes berupa soal essay sebanyak 5 butir sebagai *posttest* untuk mengetahui hasil belajar berupa nilai pengetahuan dan mengetahui keefektifan modul ajar tersebut.

Proses pembelajaran dari pertemuan pertama, pengerjaan proyek hingga pertemuan kedua berjalan sesuai rencana pada modul ajar matematika ini, peserta didik sangat antusias dalam berdiskusi mengerjakan LKPD, semangat, serius dan bertanggung jawab dalam pengerjaan proyek dan mempresentasikan hasil proyek di depan kelas. Hal ini selaras dengan hasil penelitian tentang implementasi pembelajaran menggunakan pendekatan STEAM dengan model PjBL pada tingkat SMA menyimpulkan kreativitas belajar biologi peserta didik meningkat (Fatmah (2021)), kemampuan berpikir kritis berbasis numerasi siswa dan kecerdasan emosional siswa meningkat (Diana & Saputri (2022)).

#### **e. Tahap *Evaluation***

Tahap *evaluation* (evaluasi) dilihat dari aktivitas peserta didik sehingga menimbulkan

keterampilan kolaborasi dan hasil belajar peserta didik. Kegiatan siswa kelas XI TKJ dalam pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan modul ajar matematika ini dapat diketahui pada asesmen formatif non tes melalui lembar pengamatan keterampilan kolaborasi dalam pengerjaan LKPD. Indikator yang dipakai pada penelitian ini sesuai pendapat Sunardi dkk, (2017:141) adalah kerja sama, tanggung jawab, musyawarah, dan komunikasi.

Pengamatan keterampilan kolaborasi sebelum penerapan modul ajar matematika di kelas XI TKJ berdasarkan indikator keterampilan kolaborasi yang mendapatkan rata-rata persentase 40,83% artinya cukup kolaboratif bisa dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Hasil pengamatan keterampilan kolaborasi sebelum penerapan modul ajar

Indikator	Keterampilan Kolaborasi	Kategori
Kerja sama	33%	Cukup kolaboratif
Tanggung jawab	38%	Cukup kolaboratif
Musyawarah	33%	Cukup kolaboratif
Komunikasi	40%	Cukup kolaboratif
<b>TOTAL</b>	<b>40,83%</b>	<b>Cukup kolaboratif</b>

Berikut ini pengamatan keterampilan kolaborasi setelah penerapan modul ajar matematika berdasarkan indikator keterampilan kolaborasi mendapatkan rata-rata persentase 84,58% artinya sangat kolaboratif yang bisa dilihat pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Hasil pengamatan keterampilan kolaborasi setelah penerapan modul ajar

Indikator	Keterampilan Kolaborasi	Kategori
Kerja sama	87%	Sangat kolaboratif
Tanggung jawab	85%	Sangat kolaboratif
Musyawarah	82%	Sangat kolaboratif
Komunikasi	85%	Sangat kolaboratif
<b>TOTAL</b>	<b>84,58%</b>	<b>Sangat kolaboratif</b>

Berdasarkan rata-rata persentase keterampilan kolaboratif sesudah  $84,58\% > 40,83\%$  sebelum penerapan modul ajar sehingga modul ajar matematika dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa. Hal itu sejalan dengan penelitian Nur Qomaria (2022) menunjukkan implementasi pendekatan ethno-STEAM melalui proyek pesapean meningkatkan keterampilan kolaboratif siswa.

Hasil belajar peserta didik diperoleh dari nilai asesmen diagnostik/ *pretest* berupa soal essay sejumlah 4 butir dan asesmen sumatif/ *posttest* berupa soal essay sejumlah 5 butir. Dari evaluasi hasil belajar menunjukkan bahwa peserta didik yang mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) sebelum penggunaan modul ajar matematika adalah 0%, sesudah

penggunaan modul ajar tersebut KKTP sebanyak 100% artinya modul ajar tersebut efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Ahmad dkk., (2020) tentang implementasi pembelajaran menggunakan pendekatan STEAM dengan model PjBL pada tingkat Perguruan tinggi (PT) menyimpulkan pembelajaran dengan metode STEAM PjBL meningkatkan hasil belajar workshop matematika mahasiswa.

#### f. Efektifitas produk Pengembangan

Statistik (*paired sample t test*) pada uji kelas XI TKJ diawali dengan uji normalitas Shapiro Wilk untuk melihat data dalam penelitian telah terdistribusi secara normal yang terlihat pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Uji normalitas kelas XI TKJ

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Asesmen diagnostik kognitif	.200	15	.108	.902	15	.103
Asesmen sumatif	.201	15	.104	.894	15	.077

Berdasarkan uji normalitas diatas nilai signifikasi dari asesmen diagnostik/ *pretest* = 0,103 > 0,05 artinya data tersebut normal dan nilai signifikasi dari asesmen sumatif/ *posttest* = 0,77 > 0,05 artinya data tersebut normal. Karena data nilai asesmen diagnostik/ *pretest* dan asesmen sumatif/ *posttest* keduanya normal selanjutnya dapat diuji *paired sample t test*.

Tabel 10. *Output paired samples statistics* kelas XI TKJ

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Asesmen diagnostik kognitif	35.07	15	4.200	1.084
Asesmen sumatif	84.07	15	5.311	1.371

Berdasarkan *output paired samples statistics* pada tabel 10, hasil rata-rata nilai asesmen sumatif/ *posttest* = 84,07 > 35,07 = rata-rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest*. Dapat disimpulkan bahwa rata – rata nilai asesmen sumatif/ *posttest* > rata – rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest*, ini berarti ada perbedaan rata-rata hasil belajar antara *pretest* dan *posttest*.

Tabel 11 *Output paired correlations* kelas XI TKJ

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Asesmen diagnostik kognitif & Asesmen sumatif	15	.336	.221

Berdasarkan *output paired samples correlation* pada tabel 11 diatas didapat nilai

koefisien korelasi (*Correlation*) sebesar 0,336 dengan nilai signifikansi sebesar 0,221. Karena nilai Sig. 0, 221 > probabilitas 0,05 maka dapat dikatakan tidak ada hubungan antara variabel asesmen diagnostik/ *pretest* dan asesmen sumatif/ *posttest*.

Tabel 12 *Output paired samples test* kelas XI TKJ

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Pair 1 asesmen diagnostik kognitif - asesmen sumatif	-49.000	5.555	1.434	-52.076	-45.924	-34.164	14	.000

Berdasarkan *output paired samples test* pada tabel 12 diatas didapat nilai sig. (2-tailed) adalah sebesar  $0,00 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Sehingga sesuai hipotesis penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest* dan asesmen sumatif/ *posttest* yang artinya penggunaan modul ajar matematika efektif meningkatkan hasil belajar matematika kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo. Selain membandingkan nilai signifikansi (sig) dengan probabilitas 0,05 juga bisa di dapat membandingkan  $t_{hitung}$  dan  $t_{tabel}$ . Berdasarkan *paired samples test* diatas diketahui  $t_{hitung} = 36,164$  dan  $t_{tabel} = 2,145$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$  artinya ada perbedaan rata-rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest* dan asesmen sumatif/ *posttest* maka dapat dikatakan penggunaan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL efektif meningkatkan hasil belajar matematika kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Herlina, Ramlawati, and Hasri (2022) yang menyimpulkan bahwa penggunaan perangkat pembelajaran elektronik berbasis STEAM PjBL memenuhi kriteria efektif karena ketuntasan kelas mencapai 84,85%. Penelitian yang lain yaitu penelitian Jayanti & Yuniarta (2022) E Modul trigonometri (Emometri) yang berbasis STEAM PjBL terbukti efektif untuk digunakan dalam pembelajaran matematika.

Peneliti memiliki keterbatasan dalam penelitian pengembangan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL pada SMK TKJ yaitu terkait subjek penelitian pada kelas XI TKJ hanya 15 peserta didik, sehingga diharapkan dapat di ujicobakan lebih lanjut pada kelas besar di sekolah lain. Materi yang disusun pada modul ajar matematika ini hanya sub bab dari bab Logika Matematika sehingga diharapkan dapat dikembangkan satu bab tersebut

#### 4. PENUTUP

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pengembangan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, identitas dan informasi modul ajar, langkah-langkah pembelajaran, asesmen meliputi asesmen formatif dan asesmen sumatif seperti asesmen diagnostik, LKPD dan tes tertulis, pengayaan dan remedial, refleksi guru dan peserta didik serta bagian lampiran meliputi materi pembelajaran, glosarium dan daftar pustaka. Hasil validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli kegrafikan diperoleh rata-rata 87,9% yang artinya modul ajar matematika ini dinilai sangat valid digunakan untuk uji coba terbatas.
- b. Kelayakan produk modul ajar matematika dilakukan dengan diujicoba terbatas kepada pengguna yaitu seorang guru matematika dan 6 peserta didik kelas XI TKJ menyatakan penggunaan modul ajar matematika dikategorikan sangat layak dengan persentase sebesar 92,9% sehingga dapat digunakan untuk uji coba kelas.
- c. Berdasarkan uji coba kelas, efektivitas modul ajar matematika didapat dari rata-rata persentase keterampilan kolaboratif sesudah  $84,58\% > 40,83\%$  sesudah penerapan modul ajar dan hasil rata-rata nilai asesmen sumatif/ *posttest* =  $84,07 > 35,07$  = rata-rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest* artinya ada perbedaan nilai rata-rata keterampilan kolaboratif dan nilai pengetahuan peserta didik. Nilai sig. (2-tailed) sebesar  $0,00 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, artinya ada perbedaan rata-rata nilai asesmen diagnostik/ *pretest* dan asesmen sumatif/ *posttest* maka dapat disimpulkan penggunaan modul ajar matematika materi kuantor berbasis STEAM PjBL efektif meningkatkan hasil belajar matematika kelas XI TKJ SMK Assalaam Sukoharjo.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adriyawati, dkk. (2020). STEAM-Project-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientific Literacy on Alternative Energy Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863–1873. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080523>
- Ahmad, D. N., Astriani, M. M., & ... (2020). Analisis Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Menggunakan Metode STEAM-PjBL. *Diskusi Panel Nasional ...*, 331–336. Retrieved from <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/DPNPMunindra/article/view/4755>
- Daryanto. (2013). *Menyusun Modul Bahan Ajar Untuk Persiapan Guru Dalam Mengajar*. (G. Media., Ed.). Yogyakarta.
- Diana, H. A., & Saputri, D. V. (2022). Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM Terhadap Kecerdasan Emosional Dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Numeracy*, 8(2), 113–127.
- Fatmah, H. (2021). Kreativitas Peserta Didik Dalam Pembelajaran Bioteknologi Dengan PjBL Berbasis STEAM. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 05(April), 7–14.
- Harahap, M. S., Nasution, F. H., & Nasution, N. F. (2021). Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Science Technology Engineering Art Mathematic (Steam) Terhadap

- Kemampuan Komunikasi Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 1053. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3633>
- Hasanah, L. (2019). Pengembangan Modul Bioteknologi Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Dilengkapi Animasi Flash untuk Pembelajaran Biologi di SMA/MA.
- Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar. *Chemistry Education Review (CER)*, 5(2), 198. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.32731>
- Jayanti, A. D., Nova, T., & Yunianta, H. (2022). Pengembangan Emometri (E-Modul Trigonometri) Dengan Project Based Learning Berbasis STEAM. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1116–1126.
- Kemendikbudristek. (2021). *Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 162/M/2021 Tentang Program Sekolah Penggerak*. 6.
- Lisgianto, A., & Mulyatna, F. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Geometri Dimensi Tiga Berbasis Etnomatematika untuk SMK Teknik. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, (80), 15–28.
- Qomaria, N., Yuniasti, A., & Wulandari, R. (2022). Pengembangan Keterampilan Kolaboratif Siswa Melalui Pembelajaran Dengan Pendekatan Ethno-STEAM Project Konteks Pesapean. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 1306–1318.
- Setiyorini, A. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Pengenalan Komputer Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Informasi*, 5(3).
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Yasin, V., Zarlis, M., & Nasution, M. K. M. (2018). Filsafat logika dan ontologi ilmu komputer. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 2(2), 68–75.