



# EDUTECH

## Jurnal Teknologi Pendidikan

Journal homepage <https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech>



### Pengembangan Alat Peraga Pneumatik Sebagai Media Pembelajaran Kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik

*Indrayana, Achmad Noor Fatirul, Djoko Adi Waluyo*

Program Studi Teknologi Pendidikan, Universitas PGRI Adibuana, Surabaya, Indonesia

E-mail: yanandra1512@gmail.com; achmadnurfatirul@gmail.com; djokoadiwaluyo@gmail.com

ABSTRACT	ARTICLE INFO
<p>This study aims to develop effective pneumatic teaching aids as a learning media for Grade XI Industrial Mechanical Engineering (TMI) students at SMK PGRI 1 Gresik. The use of these teaching aids is expected to help students understand the basic concepts and practical applications of pneumatic systems widely used in the industry. The research method includes needs analysis, design and development of the teaching aids, as well as testing and evaluating their effectiveness in the learning process. Data were collected through observations, interviews, and questionnaires distributed to students and teachers involved in the trials. The results indicate that the developed teaching aids successfully enhanced students' understanding of pneumatic material and made the learning process more engaging and interactive. Evaluations from students and teachers suggest that these teaching aids are suitable for implementation as learning media in schools.</p>	<p><b>Article History:</b> <i>Submitted/Received 01 Des 2024</i> <i>First Revised 16 Dec 2024</i> <i>Accepted 01 Feb 2025</i> <i>First Available online 07 Feb 2025</i> <i>Publication Date 07 Feb 2025</i></p>
<p><b>ABSTRAK</b></p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga pneumatik yang efektif sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas XI Teknik Mekanik Industri (TMI) di SMK PGRI 1 Gresik. Penggunaan alat peraga ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami konsep dasar dan aplikasi praktis dari sistem pneumatik yang banyak digunakan dalam industri. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis kebutuhan, desain dan</p>	<p><b>Keyword:</b> <i>E-modul, Teknik Pemesinan Frais, Penelitian Pengembangan, Bahan Ajar, Pendidikan Vokasi</i></p>

pengembangan alat peraga, serta uji coba dan evaluasi efektivitasnya dalam proses pembelajaran. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan angket yang diberikan kepada siswa dan guru yang terlibat dalam uji coba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pneumatik dan membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif. Evaluasi dari siswa dan guru menunjukkan bahwa alat peraga ini layak untuk diimplementasikan sebagai media pembelajaran di sekolah.

© 2025 Teknologi Pendidikan UPI

## 1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi di Indonesia memegang peranan penting di mempersiapkan tenaga kerja yang terampil dan siap pakai di industri. Salah satu kompetensi utama yang diajarkan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan Teknik Mesin Industri (TMI). Program ini dirancang guna memberikan siswa keterampilan teknis yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja, termasuk kemampuan memahami dan menerapkan berbagai sistem di industri. Dengan fokus pada praktik langsung dan pengalaman nyata, siswa diharapkan mampu menguasai berbagai teknologi dan metode kerja yang akan mereka hadapi di lapangan, termasuk sistem mekanik, listrik, dan pneumatik.

Sistem pneumatik, yang menggunakan udara bertekanan guna menghasilkan gerakan mekanis, memainkan peran krusial di berbagai aplikasi industri modern. Sistem ini sering digunakan di otomatisasi pabrik, robotika, dan kontrol proses karena keandalannya, efisiensi, dan kemudahan pemeliharannya. Dalam praktiknya, siswa SMK yang mempelajari sistem pneumatik akan dibekali pengetahuan tentang komponen seperti kompresor, aktuator, katup, dan sistem kontrol. Mereka juga akan belajar bagaimana merancang, merakit, dan memelihara sistem ini, serta menganalisis permasalahan yang mungkin timbul selama pengoperasian.

Pemahaman yang baik tentang sistem pneumatik, lulusan SMK diharapkan bisa langsung berkontribusi di berbagai sektor industri. Kompetensi ini tidak hanya meningkatkan daya saing mereka di pasar kerja, tetapi juga mendukung perkembangan industri nasional. Pendidikan vokasi yang berorientasi pada keterampilan praktis, seperti yang diterapkan di program TMI, berperan penting di menjembatani kesenjangan antara dunia pendidikan dan kebutuhan industri, sekaligus menciptakan tenaga kerja yang berkualitas dan siap menghadapi tantangan global.

Untuk mendukung efektivitas pembelajaran sistem pneumatik di SMK, diperlukan fasilitas praktik yang memadai dan sesuai dengan standar industri. Laboratorium dengan peralatan modern, seperti simulator pneumatik dan perangkat lunak desain sistem, akan membantu siswa memahami konsep secara mendi dan menerapkannya di situasi nyata. Selain itu, kolaborasi dengan perusahaan industri guna program magang atau praktik kerja lapangan juga sangat penting. Melalui pengalaman langsung di lapangan, siswa bisa mengasah keterampilan mereka, memahami dinamika kerja di industri, dan belajar bagaimana mengatasi berbagai tantangan teknis yang mungkin muncul.

Selain penguasaan teknis, pendidikan vokasi juga perlu memperhatikan aspek pengembangan soft skills. Kemampuan berpikir kritis, kerja tim, komunikasi, dan manajemen waktu merupakan keterampilan penting yang dibutuhkan oleh tenaga kerja modern. Dalam konteks sistem pneumatik, siswa tidak hanya dituntut mampu mengoperasikan dan merawat peralatan, tetapi juga menganalisis masalah, memberikan solusi, dan berkolaborasi di tim guna menyelesaikan proyek. Dengan mengintegrasikan aspek teknis dan soft skills, lulusan SMK akan menjadi tenaga kerja yang lebih siap menghadapi tuntutan industri yang semakin kompleks dan dinamis.

Pada akhirnya, penguatan pendidikan vokasi di bidang Teknik Mesin Industri, termasuk pemahaman sistem pneumatik, akan berkontribusi pada peningkatan kualitas tenaga kerja di Indonesia. Pemerintah, sekolah, dan industri perlu bekerja sama secara sinergis guna menciptakan kurikulum yang relevan dan terus diperbarui sesuai perkembangan teknologi. Dengan pendekatan holistik ini, SMK tidak hanya menjadi tempat guna memperoleh keterampilan teknis, tetapi juga pusat pembentukan generasi

muda yang kompeten, inovatif, dan siap menghadapi era industri 4.0 serta persaingan global.

Namun, tantangan utama di pengajaran sistem pneumatik merupakan sifatnya yang abstrak dan kompleks. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2019), penggunaan alat peraga yang tepat bisa membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret, sehingga memudahkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan. Tanpa alat bantu yang memadai, siswa seringkali kesulitan guna memahami cara kerja komponen pneumatik dan bagaimana interaksinya di sebuah sistem. Selain itu, penelitian oleh Mulyadi (2019) mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan aplikatif di pendidikan vokasi mampu meningkatkan keterampilan praktis siswa.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga di pembelajaran bisa meningkatkan pemahaman konsep siswa. Menurut Wardani dan Nugroho (2019), alat peraga yang dirancang dengan baik bisa membantu siswa memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih konkret, sehingga memudahkan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan. Selain itu, penelitian oleh Setiawan dan Rahayu (2020) mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan aplikatif di pendidikan vokasi mampu meningkatkan keterampilan praktis siswa.

Penelitian lain oleh Putra dan Nugroho (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif di pendidikan vokasi bisa meningkatkan keterampilan praktis siswa secara signifikan. Media pembelajaran seperti alat peraga memungkinkan siswa guna belajar melalui pengalaman langsung, yang bisa meningkatkan retensi dan pemahaman materi. Hal ini sangat relevan di konteks pembelajaran TMI, di mana keterampilan praktis sangat penting.

Di SMK PGRI 1 Gresik, ketersediaan alat peraga pneumatik yang memadai masih menjadi masalah. Proses pembelajaran seringkali masih didominasi oleh metode ceramah dan demonstrasi sederhana yang kurang interaktif. Akibatnya, siswa kurang menbisakan pengalaman praktis yang esensial guna memahami dan menguasai teknologi pneumatik. Hal ini berdampak pada rendahnya pemahaman dan keterampilan praktis siswa di sistem pneumatik.

Oleh karena itu, pengembangan alat peraga pneumatik yang efektif dan interaktif sebagai media pembelajaran menjadi sangat penting. Alat peraga ini diharapkan bisa memberikan visualisasi yang jelas dan mendi mengenai konsep dan aplikasi sistem pneumatik. Dengan adanya alat peraga ini, siswa bisa lebih mudah memahami materi, mengembangkan keterampilan praktis, dan siap menghadapi tantangan di dunia industri.

Penelitian ini bertujuan guna merancang dan mengembangkan alat peraga pneumatik sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas XI TMI di SMK PGRI 1 Gresik. Dengan merujuk pada kajian-kajian terbaru yang menekankan pentingnya alat peraga di pembelajaran, penelitian ini diharapkan bisa memberikan kontribusi nyata di meningkatkan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Pengembangan model produk

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Model ADDIE dipilih karena memungkinkan peneliti guna secara sistematis mengembangkan dan menguji alat peraga pneumatik yang akan digunakan sebagai media pembelajaran.

Tahapan pemodelan produk

### 1. Analisis (Analysis)

Tahap analisis merupakan tahap awal di mana kebutuhan dan masalah di pembelajaran diidentifikasi. Dalam konteks pengembangan alat peraga pneumatik guna kelas XI TMI, langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

**Identifikasi Kebutuhan Pembelajaran:** Melakukan analisis terhadap kurikulum Teknik Mesin Industri, khususnya materi yang berkaitan dengan pneumatik. Mengidentifikasi konsep-konsep yang sulit dipahami oleh siswa dan membutuhkan alat bantu visual guna memperjelas pemahaman.

**Analisis Karakteristik Siswa:** Mengkaji karakteristik siswa kelas XI TMI, termasuk tingkat pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan, gaya belajar, serta kendala yang sering dihadapi selama pembelajaran.

**Penentuan Tujuan Pembelajaran:** Merumuskan tujuan yang ingin dicapai melalui penggunaan alat peraga pneumatik. Tujuan ini harus sesuai dengan kompetensi dasar yang diharapkan di pembelajaran Teknik Mesin Industri.

### 2. Perancangan (Design)

Tahap perancangan melibatkan penyusunan rencana detail mengenai bagaimana alat peraga pneumatik akan dikembangkan dan digunakan di pembelajaran. Langkah-langkah di tahap ini meliputi:

**Desain Konseptual Alat Peraga:** Merancang konsep alat peraga pneumatik yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran yang telah diidentifikasi. Desain ini mencakup komponen-komponen utama yang akan digunakan, seperti silinder pneumatik, katup, dan sistem pengontrol.

**Spesifikasi Teknis:** Menyusun spesifikasi teknis alat peraga, termasuk ukuran, bahan, dan mekanisme kerja. Selain itu, menentukan skenario penggunaan alat ini di proses pembelajaran, seperti demonstrasi prinsip kerja sistem pneumatik atau latihan praktikum.

**Rencana Pengembangan dan Uji Coba:** Merencanakan tahapan pengembangan alat peraga, termasuk pembuatan prototipe, serta uji coba yang akan dilakukan guna memastikan alat peraga berfungsi dengan baik dan efektif di pembelajaran.

### 3. Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan merupakan proses aktualisasi dari desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Langkah-langkah di tahap ini meliputi:

**Pembuatan Prototipe:** Mengembangkan prototipe alat peraga pneumatik berdasarkan desain yang telah dirancang. Prototipe ini merupakan versi awal dari alat peraga yang akan diuji sebelum diproduksi di jumlah lebih besar.

**Uji Fungsionalitas:** Menguji prototipe guna memastikan bahwa alat peraga bekerja sesuai dengan spesifikasi teknis dan tujuan pembelajaran. Jika ditemukan masalah, dilakukan perbaikan atau penyesuaian pada desain.

Pengembangan Materi Pendukung: Selain alat peraga, juga dikembangkan materi pendukung seperti modul penggunaan, panduan praktikum, dan lembar kerja siswa yang akan digunakan bersamaan dengan alat peraga.

#### 4. Implementasi (Implementation)

Tahap implementasi melibatkan penggunaan alat peraga pneumatik di konteks pembelajaran nyata di kelas XI TMI. Langkah-langkah di tahap ini meliputi:

Uji Coba Lapangan: Melaksanakan uji coba alat peraga di kelas, di mana guru menggunakan alat tersebut guna mengajarkan materi pneumatik kepada siswa. Selama uji coba, dilakukan observasi guna mengukur respon siswa dan efektivitas alat peraga.

Pelatihan Guru: Memberikan pelatihan kepada guru mengenai cara penggunaan alat peraga di pembelajaran, termasuk bagaimana mengintegrasikan alat ini ke di rencana pelajaran.

Pengumpulan Umpan Balik: Mengumpulkan umpan balik dari siswa dan guru mengenai pengalaman mereka menggunakan alat peraga. Umpan balik ini sangat penting guna mengetahui kelebihan dan kekurangan alat peraga di praktik.

#### 5. Evaluasi (Evaluation)

Tahap evaluasi merupakan proses penilaian terhadap keberhasilan alat peraga pneumatik di mencapai tujuan pembelajaran. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan pada setiap tahap pengembangan dan implementasi. Langkah-langkah di tahap ini meliputi:

Evaluasi Formatif: Dilakukan selama proses pengembangan guna memastikan bahwa setiap tahap memenuhi standar yang ditetapkan. Evaluasi ini melibatkan pengujian prototipe dan revisi berdasarkan hasil uji coba.

Evaluasi Sumatif: Dilakukan setelah implementasi guna menilai efektivitas keseluruhan alat peraga di meningkatkan pemahaman siswa. Penilaian ini bisa melibatkan tes prestasi, kuesioner siswa, serta wawancara dengan guru.

Revisi Akhir: Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan revisi akhir pada alat peraga sebelum alat tersebut diproduksi atau diimplementasikan secara luas di pembelajaran di kelas XI TMI.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### Deskripsi Data

#### Uji validitas dan Reliabilitas Instrumen

#### Uji Validitas

Penelitian yang bertujuan guna mengembangkan Alat Peraga Pneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik guna memberikan kemudahan di proses pembelajaran baik guru maupun untuk siswa. Untuk mengetahui perangkat ini bahwa bisa dijadikan acuan di proses pembelajaran, produk rancangan akan diuji cobakan terhadap siswa dengan jumlah 55 siswa. Data yang diinginkan di angket kepada penggunaan produk akan menanyakan bagaimana isi atau materi yang disajikan, isi dan kemenarikan produk oleh siswa (lampiran 3).

Untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap produk rancangan dengan 3 tahapan yaitu uji coba kelompok kecil yang dikategorikan sebagai validasi awal dari 5 orang siswa, uji coba terbatas yang melibatkan siswa berjumlah 15 orang serta uji coba kelompok

besar yang melibatkan siswa dengan jumlah 30 orang. Namun instrumen yang dibuat akan diuji validitas dan reliabilitanya, agar instrument yang akan dipergunakan bisa dikatakan valid dan reliable. Validitas merupakan alat uji guna mengetahui ketepatan dari suatu alat ukur (Quisioner), apakah alat ukur tersebut telah mengukur hal yang mana dimaksud?, dengan validitas yang tinggi maka alat ukur tersebut dikatakan telah mengukur hal yang sebenarnya (variabel yang dimaksud, di hal ini pengetahuan awal siswa). Hasil dari uji validitas yang menggunakan korelasi product moment akan dibandingkan dengan rtabel  $N = 55$  pada tabel dengan  $\alpha = 0,05$  diperoleh nilai sebesar 0.266, Hasil uji instrumen merupakan sebagai berikut:

Hasil pengujian instrumen pada tabel 4.1 di atas menunjukkan bahwa pada tingkat signifikan 5% sejumlah instrumen yang digunakan di penelitian ini diperoleh nilai koefisien korelasi lebih besar dari nilai r-tabel Product Moment sebesar 0.266. Dengan demikian bisa dikatakan bahwa instrumen di penelitian ini merupakan valid atau bisa mengukur variabel yang diteliti.

#### Uji Reliabilitas Instrumen

Reliabilitas merupakan alat yang digunakan guna mengetahui tingkat keandalan dari alat ukur yang dipakai semakin tinggi nilai reliabilitas atau data tersebut telah reliabel maka alat ukur yang dipakai juga lebih baik (andal) guna digunakan di penelitian selanjutnya atau tempat (lokasi) yang berbeda. Metode yang digunakan merupakan dengan rumus alpha. Adapun hasil pengujian reliabilitas data hasil penelitian merupakan sebagaimana pada tabel 4.2 berikut.

Hasil pengujian reliabilitas pada tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa nilai koefisien reliabilitas variabel yang digunakan, di variabel di atas lebih besar dari nilai r-tabel sebesar 0.6. maka hasil jawaban responden bisa diandalkan dengan kata lain bahwa apabila dilakukan penelitian yang sama di waktu yang berbeda maka responden akan memberikan jawaban yang sama.

Dalam Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah disebutkan bahwa penyusunan perangkat pembelajaran merupakan bagian dari perencanaan pembelajaran. Perencanaan pembelajaran dirancang di bentuk silabus dan RPP yang mengacu pada standar isi. Selain itu, di perencanaan pembelajaran juga dilakukan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian, dan skenario pembelajaran. Dari uraian tersebut bisalah dikemukakan bahwa perangkat pembelajaran merupakan sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru dan siswa di proses pembelajaran di kelas, serangkaian perangkat pembelajaran yang harus dipersiapkan seorang guru di menghadapi pembelajaran di kelas. Perangkat Pembelajaran meliputi silabus, Rencana pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Buku siswa, Buku Guru, Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan Penilaian Hasil Belajar.

Program integrasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) di pembelajaran merupakan program pembelajaran yang menggabungkan dua atau lebih bidang ilmu yang termuat di STEM –Sains, Teknologi, Teknik/rekayasa, dan Matematika– (Laboy-Rush,2010). Pusat dari berbagai aktivitas di program ini merupakan melibatkan siswa di mendefinisikan dan merumuskan sebuah solusi terhadap masalah autentik di dunia nyata.

Ritz dan Fan (2014) mengungkap bahwa penerapan STEM education telah berlangsung di beberapa negara, dan masing-masing memiliki bentuk beragam di hal

penerapannya. Di Indonesia sendiri integrasi STEM sebagai pendekatan pembelajaran belum begitu populer. Walaupun demikian, konsep integrasi antar bidang keilmuan sudah mulai muncul disuarakan di kurikulum pendidikan kita, diantaranya di kurikulum. Walaupun tidak secara eksplisit memunculkan istilah STEM, tapi konsep “tematik integratif” yang muncul di kurikulum 2013 mengidikasikan perlunya integrasi berbagai bidang ilmu di sebuah pembelajaran bidang studi tertentu, dan hal ini sejalan dengan konsep integrasi STEM. Berikut ini diuraikan definisi literasi menurut National Governor’s Association Center for Best Practices (Asmuniv, 2015).

Penelitian yang mengembangkan perangkat pembelajaran pada materi Pythagoras. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi rencana pelaksanaan pembelajaran, lembar kegiatan siswa, buku ajar siswa, buku pedoman guru, instrumen penilaian sikap, instrumen penilaian pengetahuan dan instrumen penilaian keterampilan komunikasi pada Materi Peraga Peneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik.

Sebagaimana disebutkan sebelumnya bahwa Alat Peraga Peneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik diharapkan bisa meningkatkan interaksi sosial di proses pembelajaran yang sekaligus bisa meningkatkan hasil belajar siswa. Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak membuktikan terhadap hasil yang diinginkan, selain memudahkan di proses pembelajaran bagi guru dan siswa, dampak lain juga diharapkan bisa meningkatkan hasil belajar siswa yang meningkat.

Dari pengembangan produk yang direncanakan peneliti, uji validasi yang dilakukan oleh validasi ahli desain Dr. Drs. Achmad Noor Fatirul, ST., M.Pd. menbisakan hasil penilaian dan kelayakan cukup signifikan yaitu 89,1 % dan saran yang diberikan merupakan agar bentuk huruf dan ukuran font dapalam tampilan agar dibuar berbeda. Ini semua dilakukan peneliti guna merevisinya. Selanjutnya validasi ahli materi juga menbisakan hasil simpulan bahwa produk yang dikembangkan bisa diterapkan pada uji coba berikutnya. Pada validasi ahli materi oleh ..... menbisakan hasil prosentase 81,9 %.. Uji dari teman sejawat yang dilakukan oleh ..... dibisa prosentase 90,6 %, ini juga menandakan bahwa produk yang dikembangkan layak guna bisa dilaksanakan pada ujhi coba selanjutnya. Namun guna validasi awal tentang tranggapi siswa tentang produk yang dikembangkan yang dilakukan pada 5 orang siswa terbisa prosentasi 64 % yaitu pada instrument nomor item 1, sekalipun ini tidak membawa pengaruh terhadap pelaksanaan uji coba pada kelompok terbatas karena prosentase total di penilaian menbisakan 75,8 %, namun peneliti tetap melakukan revisi pada semua produk yang dikembangkan.

Pada uji coba terbatas yang dilakukan pada siswa yang berjumlah 15 orang siswa telah menbisakan tanggapan siswa dengan total prosentasi 80,6 %, ini menandakan adanya kemajuan dari revisi produk yang dilakukan oleh peneliti dari prosentase 75,8 % menjadi 80,6 %. Ini menandakan bahwa produk bisa dilakukan di uji coba di kelompok besar. Dalam uji coba kelompok besar dibisa hasiol total prosentase 85,3 %. Uji coba ini dilakuan di kelas besar yaitu pada kelas yang dijadikan subjek uji coba yang berjeumlah 30 orang siswa.

Dengan demikian peneliti berkesimpulan bahwa prodk yang telah dikembangkan telah terui keabsahannya dan produk bisa dipakai di pelaksanaan rancangan Alat Peraga Peneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik. Sehingga pula

prodik ini bisa juga diproduksi atau didesiminasikan guna disebarakan kepada kelompok guru yang mengajar mata pelajaran matematika di lingkungan sekolah maupun diluar sekolah. Walaupun produk ini seharusnya bisa dilakukan di uji lapangan yang melibatkan kabupaten dan kota lain di lingkup sekolah SMK namun produk ini telah bisa diproduksi guna disebarakan. Untuk uji lapangan peneliti akan melanjutkan pada kesempatan lain secara mandiri, agar produk bisa digeneralisasi pada sekolah lain diluar lingkungan sekolah yang dijadikan uji coba.

### Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan Ismayani (2016) bahwa rata-rata pencapaian kemampuan berpikir kreatif siswa setelah pembelajaran project-based learning meningkat dibanding sebelumnya.

Penelitian Milaturrahmah (2017). Hasil penelitiannya antara lain: 1) guru menyiapkan media dan sumber belajar, silabus dan lembar aktivitas, serta alat dan bahan praktik sebelum proses pembelajaran berlangsung, pelaksanaan pembelajaran terdiri dari tiga tahapan yaitu pendahuluan, inti, dan penutup yang mana pada tahap pendahuluan guru matematika menyiapkan kondisi siswa secara psikis dan fisik dan menggunakan pendekatan, kemudian pada tahap inti guru matematika melakukan praktik, melibatkan siswa di praktik, siswa terlibat aktif di melakukan praktik di kelas, membimbing siswa di melakukan praktik, memanfaatkan teknologi (komputer, internet), menggunakan strategi pembelajaran active learning, berkomunikasi dengan aktif terhadap siswa pada saat pembelajaran, tidak menggunakan metode pembelajaran problem solving, menggabungkan STEM di satu subyek (minimal 2 disiplin STEM), siswa termotivasi guna menyukai matematika, mengembangkan bahan ajar, mengajar sesuai dengan bidang keahlian yang ditempuh saat S1 dan tidak ada kesenjangan diantara peserta didik, kemudian pada tahap penutup guru matematika bersama siswa melakukan penilaian dan refleksi, dan terbisa produk dari proyek yang telah dilaksanakan, kemudian pada tahap evaluasi guru matematika memberikan penilaian di bentuk tes uraian; 2) faktor atau kendala yang dialami guru merupakan pada saat pelaksanaan praktik yaitu siswa tidak memahami worksheet yang diberikan sehingga praktik tidak selesai, guru juga mengalami kendala pada alat dan bahan praktik yang tidak tersedia, dan cara penyelesaian yang dilakukan guru merupakan menjadikan sebagai tugas rumah jika tidak selesai dikerjakan di sekolah dan membuat penanggungjawab di menyiapkan alat dan bahan praktik.

Senada hasil penelitian tersebut Brenda R. (2020) mengemukakan bahwa terjadi penekanan pada persiapan siswa K-13 guna tenaga kerja STEM, inisiatif yang ditujukan guna mengekspos guru dan siswa guna aplikasi STEM juga meningkat.

Hassan, Muhammad Nasiru. (2019) juga menyatakan di hasil penelitiannya bahwa Secara keseluruhan, tujuan penelitian tercapai. Kerangka kerja kurikulum matematika yang dikembangkan, hasil belajar standar, kegiatan STEM dan hasil belajar standar menerima umpan balik positif dari responden.

Hasil penelitian lain tentang pengembangan buku ajar/buku siswa merupakan yang dilakukan oleh Anita Hidayati, Rufii dan, Yoso Wiyarno (2020) menyatakan bahwa buku ajar/ siswa yang dikembangkan guna memenuhi aspek kelayakan isi ,aspek kelayakan penyajian , aspek kelayakan bahasa, , aspek kegrafikan yang baik bisa meningkatkan hasil

belajar siswa . oleh sebab itu perlu dikembangkan buku ajar / siswa yang layak, bisa dibaca dan efektif .

#### **4. SIMPULAN**

Dari hasil analisis data dan pembahasan pada bab 4 bahwa penelitian menghasilkan produk yang dikembangkan layak guna depergunakan guna diterapkan di proses pembelajaran pada mata pelajaran matematika. Secara rinci simpulan ini menjelaskan bahwa dari melalui uji ahli desain, uji ahli materi, uji teman sejawat, dan uji coba guna memberi repon terhadap produk yang dilakukan siswa sebanyak 5 orang, serta dilanjutkan pada uji coba kelompok terbatas dan uji coba kelompok besar, hasilnya selalu mengalami peningkatan setelah dilakukan revisi kecil. Sehingga produk yang dikembangkan tentang Alat Peraga Pneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik bisa disosialisasikan dan didesiminasikan kepada guru dan siswa guna bisa dipakai sebagai dasar pengembangan produk pada Alat Peraga Pneumatik sebagai media pembelajaran kelas XI TMI SMK PGRI 1 Gresik.

#### **5. PERNYATAAN PENULIS**

Dengan ini, saya sebagai penulis menyatakan bahwa selama proses penulisan hingga penerbitan artikel ini, tidak terdapat konflik kepentingan dengan pihak mana pun. Saya juga memastikan bahwa naskah artikel ini bebas dari unsur plagiarisme, dan telah diperiksa untuk memastikan orisinalitas serta kepatuhannya terhadap etika akademik.

#### **6. REFERENSI**

Abdul Qohar. 2011. "*Pengembangan Instrumen Komunikasi Matematis untuk Siswa SMP*". Makalah Disajikan di Seminar Nasional Pendidikan Matematika LSM XIX, pada 16 April 2011, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta. Diakses tanggal 21 September 2020 ([http://eprints.uny.ac.id/6968/1/Makalah%20Peserta% 204%20-%20Abd. % 20 Qohar2.pdf](http://eprints.uny.ac.id/6968/1/Makalah%20Peserta%204%20-%20Abd.%20Qohar2.pdf))

Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung : Remaja Rosdakarya

Andrian, H. (2024). "Analisis Kinerja Sistem Pneumatik dalam Produksi Massal." *Jurnal Penelitian Teknik dan Manufaktur*, 22(1), 30-44.

Ani Ismayani (2016) *Pengaruh Penerapan STEM Projec Basic Learning Terhadap kreativitas Matematis Siswa*. Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education Volume 3 Nomor 4 Tahun 2016 <http://idealmathedu.p4tkmatematika.org> ISSN 2407-8530

Anita Hidayati, Ruffi dan Yaso Wiyarno. (2020). *Pengembangan Buku Ajar IPA Kelas VI Semester I untuk Siswa Sekolah Dasar*. *Jurnal Gammath*. Vol.5 hal. 9-15

Arsyad, A. (2019). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.

Asep Ikin Sugandi. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Talk Write Terhadap Kemampuan Komunikasi Dan Penalaran Matematis STKIP Siliwangi*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika

Asmuniv. 2015. *Listrik & Elektro*. Retrieved from Veduc Malang: <http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menutama/listrik-electro/1507-asv9>

Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. 2013. *Pedoman Penilaian Hasil Belajar*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Jakarta

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2013. *Pedoman Pelaksanaan Kurikulum*. 2013. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Budiarto, H. (2023). "Implementasi Sistem Pneumatik dalam Proses Otomatisasi Industri di Indonesia." *Jurnal Teknologi dan Sistem Otomasi*, 15(2), 55-72.

Dew, J. (2021). "Introduction to Pneumatic Systems in Industry." *Journal of Industrial Automation*, 15(3), 45-58.

Fajri, K., & Taufiqurrahman, T. (2017). Pengembangan Buku Ajar Menggunakan Model 4D dalam Peningkatan Keberhasilan Pembelajaran Pendidikan Agama Islam . *Jurnal Pendidikan Islam Indonesia*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.35316/jpii.v2i1.56>

Farida Aryani & Cecil Hiltrimartin, "Jurnal Pendidikan Matematika: *Pengembangan LKS Untuk Metode Penemuan Terbimbing Pada Pembelajaran Matematika Kelas VIII Di SMP Negeri 18 Palembang*". Unsri, Vol. 5, No. 2, Juli 2011, hlm 131

Fauzi, M., & Wulandari, D. (2024). "Integrasi Sistem Pneumatik dalam Proses Manufaktur di Indonesia." *Jurnal Sistem dan Teknologi Industri*, 19(2), 75-89.

Gani Ali, Hasniyati. 2013. *Prinsip-prinsip Pembelajaran dan Implikasinya terhadap Pendidik dan Peserta Didik*. Jurnal Al-Ta'dib Vol. 6 No. 1 Januari-Juni 2013 31

Hadiyanto, H., Mulyani, M., & Suryani, S. (2020). The Use of Digital Learning Media in Enhancing Students' Learning Outcomes. *Journal of Educational Technology*, 9(2), 101-110.

Hamalik, O., (2011), *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara

Hamzah, Ali dan Muhlisrarini. 2014. *Perencanaan dan Strategi Pembelajaran Matematika*. Jakarta: Raja Grafindo Persada

Hannover Research. .2011. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press. NW, Suite 300, P 202.756.2971 F 866.808.6585]. Washington, DC: U.S.

Hodiyanto. 2017. Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. Jakarta: Journal article [AdMathEdu](#)

Hodiyanto. 2017. Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika. Jakarta: Journal article [AdMathEdu](#)

Ike Nurmala Widyastutik, Iskandar Wiryokusumo dan Sugito. 2019. *Pengembangan Modul Pembelajaran dengan Model Dick and Carey dan menggunakan Concept Mapping pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas XI IPS di SMA Negeri 1 Sampang Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2018/2019*. Jurnal Education and Development. Institut Pendidikan Tapanuli Selatan. Vol. 7. No. 2 hal. 175-180

Indah Rahmawati, Ibut Priono Leksono dan Herwanto. 2020. *Pengembangan Game Petualang untuk Pembelajaran Berhitung*. Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan. Volume 5. No. 1 Hal. 11-23

Ishaq, 2011. *Desain Pengembangan Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) pada Mata Kuliah Aplikasi Komputer*. Jogya: Program Pasca Sarjana UNY

Johnson, A., & Brown, M. (2023). "Practical Guide to Pneumatic Systems in Manufacturing." *Industrial Systems Journal*, 12(4), 101-115.

Kelley, Todd R. dkk. 2016. *A conceptual framework for integrated STEM education*. International Journal of STEM Education. 1 - 11. doi: 0.1186/s40594-016-0046-z

Kemendikbud. 2013. *Modul Pelatihan Guru Materi Implementasi Kurikulum 2013 SMP/MTs Matematika*. Jakarta: Kemendikbud

Kemendikbud. 2014. *Panduan Teknis Buku Guru dan Buku Siswa*. Jakarta : Kemendikbud-Ditjen Dikdas

Kemendikbud. 2014. *Panduan Teknis Buku Guru dan Buku Siswa*. Jakarta : Kemendikbud-Ditjen Dikdas

Kemendikbud. 2016. *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)*. Jakarta: Kemendikbud

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Dasar, Direktorat Pembina Sekolah Menengah. 2014. *Panduan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik SMP*. Jakarta

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Dasar, Direktorat Pembina Sekolah Menengah. 2014. *Panduan Teknis Memahami Buku Siswa dan Buku Guru dalam Pembelajaran di SD*. Jakarta

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Dasar, Direktorat Pembina Sekolah Menengah. 2014. *Panduan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik SMP*. Jakarta

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Dasar, Direktorat Pembina Sekolah Menengah. 2014. *Panduan Teknis Memahami Buku Siswa dan Buku Guru dalam Pembelajaran di SD*. Jakarta

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Dasar, Direktorat Pembina Sekolah Menengah. 2014. *Panduan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik SMP*. Jakarta

Laboy-Rush, D. 2010. *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. New York: Learning.com

Lee, T. (2023). "Pneumatic Systems: Design and Operation." *Mechanical Engineering Today*, 18(2), 78-92.

Munadi, Y. (2020). *Media Pembelajaran: Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta: Kencana.

Mustofa, A. 2011. *Belajar dan Pembelajaran Pengembangan wawancara dan Praktik Pembelajaran*. Jogyakarta: Ar-Ruzz Media

Mustofa, A. 2011. *Belajar dan Pembelajaran Pengembangan wawancara dan Praktik Pembelajaran*. Jogyakarta: Ar-Ruzz Media

Nahel, Bintu. 2012. *Pengertian Buku Siswa*. (Online), (<http://www.id.shvoong.com/socialsciences/education/2251813-pengertian-buku-siswa/>, diakses 2 Oktober 2013).

Nahel, Bintu. 2012. *Pengertian Buku Siswa*. (Online), (<http://www.id.shvoong.com/socialsciences/education/2251813-pengertian-buku> Konferensi Nasional Pendidikan Matematika V. Universitas Negeri Malang Tanggal 27-30 Juni 2013.

Naila Milaturrahmah, 2017. "Proses Pembelajaran Matematika di sekolah berbasis STEM". Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, UNS: Solo

Nana Sudjana. 2017. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosda

Pramudita, I. (2024). "Tren Terbaru dalam Teknologi Pneumatik untuk Industri." *Jurnal Inovasi Teknik dan Manufaktur*, 20(1), 34-49.

Prasetya, R. (2024). "Optimasi Sistem Pneumatik untuk Meningkatkan Produktivitas Industri." *Jurnal Inovasi Teknologi Industri*, 21(1), 40-56.

Prayitno, S., Suwarsono, & Siswono, T. Y. 2013. *Identifikasi Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berjenjang pada Tiap-TiapJenjangnya*. Hannover Research. .2011. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press. NW, Suite 300, P 202.756.2971 F 866.808.6585]. Washington, DC: U.S.

Purnamasari, L., & Wijaya, A. (2021). Augmented Reality and Virtual Reality in Education: A Systematic Review. *Journal of Educational Media*, 15(1), 45-60.

Purwanto, Ngalim. 2012 *Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya

Putra, D. A., & Nugroho, A. (2020). Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif dalam Meningkatkan Keterampilan Praktis Siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 112-120.

Rahmawati, A., Setiawan, A., & Rahayu, S. (2019). Pengembangan Alat Peraga untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Pembelajaran Teknik Mesin. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 10(1), 45-52.

Ritz, J. M., & Fan, S. 2014. *STEM and technology education: International state-of-the-art*. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 1-23. doi:10.1007/s10798-014-9290-z

Santoso, H., Subekti, A., & Lestari, N. (2021). Integrasi Pendekatan STEAM dalam Media Pembelajaran: Meningkatkan Kreativitas dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendi*

Setiawan, M. (2022). "Efektivitas Penggunaan Sistem Pneumatik dalam Pengendalian Proses Industri." *Jurnal Teknik dan Sistem Otomasi*, 13(1), 63-78.

Smith, R. (2022). "Modern Pneumatic Technology: Advances and Applications." *Industrial Engineering Review*, 20(1), 22-37.

Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Susilo, B. (2023). "Penggunaan Sistem Pneumatik dalam Industri Otomotif di Indonesia." *Jurnal Teknik Otomotif dan Manufaktur*, 16(3), 45-59.

Syarifah Rahmiza .2015. Pengembangan LKS STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) Dalam Meningkatkan Motivasi dan Aktivitas Belajar Siswa SMA Negeri 1 Beutong Pada Materi Induksi Elektromagnetik. Aceh : *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*

Ulya Syifa, 2013. *Keefektifan Model Pembelajaran Guided Inquiry Berbasis Think Pair Share (TPS) Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Kelas XI SMA*. Unnes Physics Education Journal. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>. 50229. UPEJ 2 (3) (2013)

Wibowo, A., & Lestari, N. (2023). "Aplikasi Sistem Pneumatik di Industri Manufaktur Indonesia." *Jurnal Industri dan Teknologi*, 17(2), 92-106.

Wibowo, Hari, dkk. 2016. *Pengembangan Kurikulum*. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bahasa, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.

Wijayanti, E. 2008. *Kualitas Lembar Kerja Siswa*. ([http:// staff. Uny.ac.id](http://staff.uny.ac.id)) diakses pada 22 September 2020

Wina Sanjaya. 2009. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.

Yuliana, T., & Santoso, J. (2023). "Penerapan Sistem Pneumatik dalam Industri Pengolahan Makanan." *Jurnal Teknologi Pangan dan Industri*, 18(3), 100-113.

Zuhdan Kun Prasetyo, dkk. 2011. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sains Terpadu Untuk Meningkatkan Kognitif, Keterampilan Proses, Kreativitas serta Menerapkan Konsep Ilmiah Peserta Didik SMP*. Program Pascasarjana UNY.

Zulfa A.R. 2013. *Kemampuan Komunikasi Matematika Siswa SMP dalam Pemecahan Masalah Ditinjau dari Perbedaan Kemampuan Matematika dan Latar Belakang Sosial*

*Budaya*. Surabaya. Program Pascasarjana, Program studi Pendidikan Sains. Universitas Negeri Surabaya