



Pembuatan Alat Peraga Untuk Menunjang Pembelajaran Praktikum Perancangan Proses Manufaktur

Indra Setiawan^{1*}, Eduardus Dimas Arya Sadewa¹, Nensi Yuselin², Setia Abikusna³, Anisa Budiarti¹

¹Program Studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jl. Gaya Motor Raya No.8 Sunter Jakarta Utara.

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Logistik, Politeknik Astra, Jl. Gaya Motor Raya No.8 Sunter Jakarta Utara.

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Politeknik Astra, Jl. Gaya Motor Raya No.8 Sunter Jakarta Utara.

*Corresponding author: indra.setiawan.2022@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: 02-10-2024

Revision: 20-11-2024

Accepted: 21-11-2024

Keywords:

Props

Assembly

Manufacturing Process

ABSTRACT

The current condition, learning media in Manufacturing Process Design practicum still lacks teaching aids so that it cannot adjust its output according to industry needs. This needs to be improved to support industry-based learning. Before implementing teaching aids, the learning process was theoretical and did not involve students in real simulations, so their understanding of the manufacturing workflow was limited. This study aims to design and implement teaching aids in Manufacturing Process Design and Assembling practicums to support learning with the Learning Factory approach. The design of the teaching aids begins with observing the existing conditions, then determining the improvement plan through focus group discussions. After that, the design is carried out according to the needs of the practicum. The teaching aids made use a Programmable Logic Controller consisting of 4 stations. The use of designed teaching aids provides students with direct experience in the design and assembly process, and facilitates more interactive learning. The results of the study showed a significant increase in students' understanding of the manufacturing process, with more active involvement and an increase in the quality of assignments and practicum reports. These teaching aids have proven effective in creating a learning environment that is closer to real industrial conditions, so that they can improve students' competence in understanding manufacturing and assembly processes comprehensively.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan Tinggi Vokasi adalah program pendidikan pada jenjang pendidikan tinggi yang bertujuan untuk mempersiapkan calon tenaga kerja baru yang mempunyai keahlian dan keterampilan di bidangnya serta siap kerja untuk bersaing global [1]–[3]. Secara umum pendidikan vokasi (program diploma/ sarjana terapan) bertujuan menyiapkan peserta didik menjadi anggota masyarakat yang memiliki kemampuan tenaga ahli profesional [4], [5]. Selain itu diharapkan dapat menerapkan, mengembangkan, dan menyebarluaskan teknologi dan/atau kesenian serta mengupayakan penggunaannya untuk meningkatkan taraf kehidupan masyarakat dan memperkaya kebudayaan nasional [6], [7]. Pertumbuhan perguruan tinggi vokasi juga semakin meluas dan berkembang, dengan peningkatan jumlah dari sebelumnya 4.773 menjadi 4.810 pada tahun 2021. Selain itu, pemerintah terus mendorong pengembangan perguruan tinggi dengan memberikan program-program pendanaan dan dukungan lainnya [8].

Salah satu perguruan tinggi yang menjalankan program vokasi adalah Politeknik Astra. Politeknik Astra mempunyai 9 program studi salah satunya program studi (Prodi) Teknik Produksi dan Proses Manufaktur (TPM). Unit Pelayanan Teknis Manufaktur (UPT MF) sebagai unit pendukung Prodi TPM menunjang kebutuhan perkuliahan utama pada Prodi

TPM. UPT MF memiliki laboratorium yang berfungsi untuk mempelajari proses manufaktur seperti pengelasan, perakitan, *sheet metal forming*, plastik injeksi, pelapisan logam, Perancangan Proses Manufaktur (PPM), dan Perancangan Tata Letak dan Fasilitas Pabrik (PTLF). Mata kuliah PPM mempelajari tentang hal-hal yang berkaitan dengan proses manufaktur, sedangkan di dalam mata kuliah perakitan mempelajari proses cara merakit dan membuat standarisasi proses. Secara kebutuhan, praktikum di PPM hanya mempunyai satu alat peraga *treadmill* dan belum mempunyai alat peraga yang lainnya untuk menunjang kebutuhan pembelajaran.

Berdasarkan observasi awal, alat peraga di PPM masih minim alat peraga sehingga belum bisa menyesuaikan luarannya sesuai dengan kebutuhan industri. Hal ini perlu dilakukan perbaikan guna menunjang pembelajaran. Sebanyak 10 modul yang ada di Mata Kuliah PPM dengan 4 diantaranya berkaitan dengan proses *assembly*. Modul-modul tersebut antara lain pengukuran waktu kerja dengan jam henti, *work sampling*, *motion study* dan *line balancing*. Secara garis besar, isi dari modul proses *assembly* berkaitan dengan analisa gerakan berlebih saat bekerja, menghitung waktu siklus, waktu normal dan waktu baku serta analisa masalah disetiap modul dengan membandingkan hasil aktual dengan referensi.

Berdasarkan penelitian Putra & Joko [9] bahwa dalam meningkatkan kompetensi pembelajaran vokasi menggunakan *learning factory*. Penelitian Baena et al. [10] bahwa praktik *learning factory* cocok dikembangkan di era industri 4.0. Model awal *learning factory* menekankan pengalaman langsung pada dunia industri sehingga memperoleh pengetahuan terapan yang dapat dipelajari pada pendidikan teknik untuk memecahkan masalah nyata dalam industri [11]. Kebaruan penelitian ini yaitu melakukan pengembangan teknologi pembelajaran berbasis industri dengan menggunakan pendekatan *learning factory* pada pendidikan vokasi untuk mendukung *sustainable manufacturing*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat peraga pada praktikum Perancangan Proses Manufaktur dan Assembling guna mendukung pembelajaran dengan pendekatan *Learning Factory*

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian terapan, berkaitan dengan perancangan model alat peraga manufaktur dengan obyek pengukuran waktu kerja, studi gerakan dan *line balancing*. Penelitian ini menekankan pentingnya alat peraga / teknologi baru dalam meningkatkan sistem pembelajaran berbasis industri sehingga luaran pembelajaran selaras dengan kebutuhan industri. Pendekatan yang digunakan adalah *learning factory* dimana fokusnya pembelajarannya berdasarkan pengalaman dan studi kasus di industri [11]–[13]. Penelitian ini menggunakan dua teknik pengumpulan data yaitu teknik observasi dan *Focus Group Discussion* (FGD) [14], [15]. Berikut penjelasan dari masing-masing teknik pengumpulan data.

1. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan langsung pada kegiatan pembelajaran dimana yang dilakukan pengamatan langsung pada pembelajaran modul pengukuran waktu kerja, studi gerakan dan *line balancing*. Penulis melakukan observasi untuk mengetahui aktualisasi permasalahan yang terjadi di pembelajaran.

2. Focus Group Discussion (FGD)

Pada penelitian ini diskusi grup untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang menyebabkan proses pembelajaran kurang optimal, kemudian menentukan berbagai solusi penyelesaian masalah dan usulan perbaikan dengan mempertimbangkan sumber daya yang tersedia. FGD dilakukan bersama Tim penelitian dan mahasiswa. FGD mengedepankan konsep atau sistem pembelajaran yang akan dijalankan pada waktu selanjutnya. Metodologi pada penelitian ini menjelaskan tahapan tahapan atau langkah-langkah secara sistematis yang dipilih oleh peneliti secara spesifik untuk menyelesaikan masalah dari awal penelitian sampai akhir penelitian. Berikut alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Penjelasan untuk alur penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Penelitian diawali dengan mencari masalah yang muncul di pembelajaran mata kuliah PPM.

2. Studi Pendahuluan dan Studi Literatur

Langkah kedua dilakukan pencarian literatur yang sesuai dengan permasalahan untuk dijadikan referensi. Kemudian mencari kebaruan yang akan dikembangkan sebagai originalitas penelitian

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan memperhatikan teknik pengumpulan yang sesuai dengan kaidah. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi dan FGD.

4. Desain Sistem

Perancangan sistem dimaksud untuk mendapatkan sistem yang kompetibel atau sesuai dengan kebutuhan industri. FGD dengan pihak industri diperlukan untuk mendapatkan pembelajaran berbasis *learning factory*.

5. Desain Produk

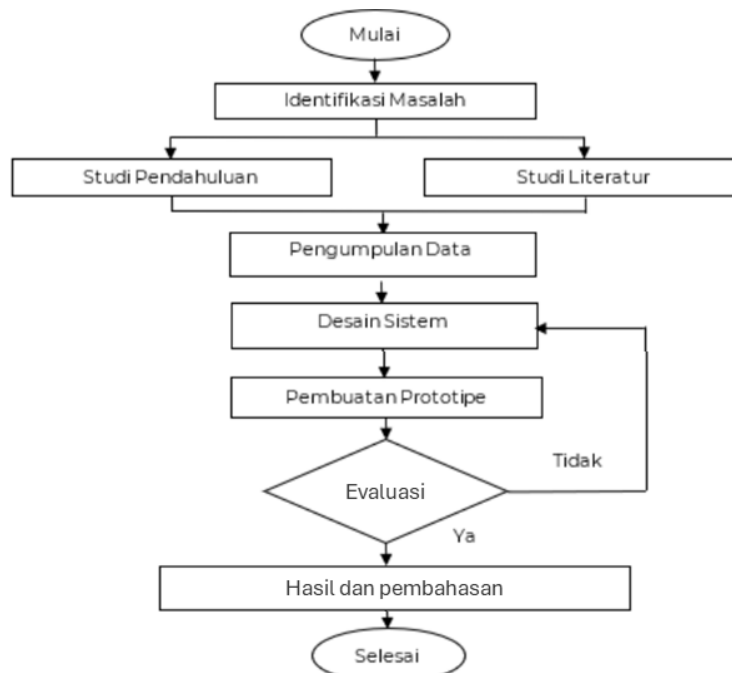
Selesai membuat sistem yang akan dijalankan kemudian membuat desain produk alat peraga yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan industri.

6. Implementasi Pembuatan Prototipe

Melakukan implementasi pembuatan prototipe sesuai dengan desain.

7. Evaluasi

Melakukan evaluasi pada sistem yang dibuat. Evaluasi dilakukan untuk mendapatkan keabsahan rancangan produk alat peraga yang dibuat. Simulasi melibatkan mahasiswa sebagai user dalam menjalankan praktikum.



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi masalah

Tahap awal sebelum pengimplementasian alat peraga, proses pembelajaran dalam praktikum Perancangan Proses Manufaktur dan *Assembling* cenderung bersifat teoretis dengan minimnya keterlibatan mahasiswa secara langsung dalam pengalaman praktis. Mahasiswa hanya mengandalkan bahan ajar berupa modul dan presentasi tanpa adanya simulasi yang nyata terkait proses manufaktur dan *assembling*.

Proses *assembly* dilakukan sebagai dasar dalam pengumpulan data untuk dilakukan pengolahan dan analisa. Data diambil secara acak sesuai dengan kebutuhan, sehingga bisa dikatakan tidak ideal disetiap mahasiswa. Proses *assembly* yang berjalan juga tidak sinkron dengan aktual kondisi di industri nyata karena media yang digunakan belum sesuai. Selain itu, pengerjaan dengan cara duduk juga menjadi masalah dalam sinkronisasi di lapangan. Hal ini dimaksudkan karena secara aktual industri, pekerja bekerja dengan berdiri dan benda kerja bergerak diatas konveyor untuk benda kerja kompleks yang berukuran antara 1-200 cm. Proses pembelajaran perlu dirancang ulang sesuai dengan kebutuhan industri dimana dapat memberikan gambaran yang tepat mengenai kondisi kerja sebenarnya. Sehingga perlu dilakukan pengembangan pada modul yang memiliki aktivitas perakitan pada stasiun kerja berbasis konveyor, agar sesuai dengan kondisi yang sebenarnya

Kondisi ini mengakibatkan pemahaman yang kurang mendalam terkait alur kerja manufaktur serta keterbatasan dalam mengaitkan teori dengan praktik lapangan. Dokumentasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil pembelajaran yang diperoleh oleh mahasiswa kurang maksimal, dimana hanya sebagian kecil mahasiswa yang dapat memahami konsep secara komprehensif dan terlibat aktif dalam diskusi serta penyelesaian masalah terkait proses manufaktur. Kondisi aktual ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebelum menggunakan alat peraga konveyor

3.2. Desain sistem

Berdasarkan kondisi saat ini perlu dilakukan suatu perbaikan metode pembelajaran. Tahap ini melakukan diskusi grup untuk mendapatkan rekomendasi perbaikan yang akan dibuat. Melalui diskusi beberapa perbaikan diantaranya adalah melakukan praktik perakitan di atas konveyor. Diskusi tim dapat dilihat pada Gambar 3.

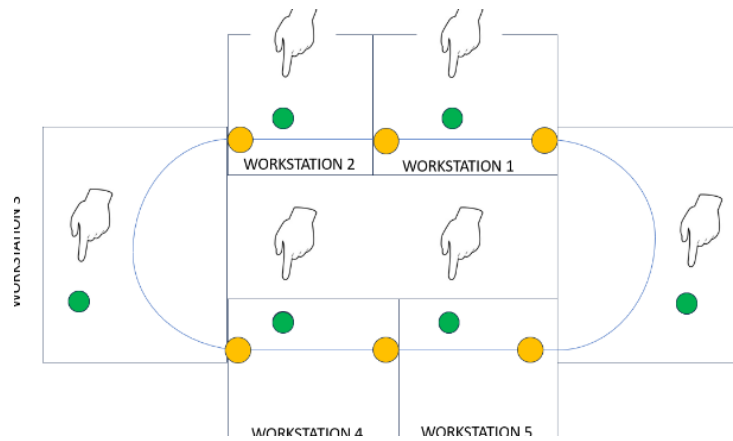


Gambar 3. Diskusi grup

Sistem yang dikembangkan mengakomodir terkait pembelajaran *line balancing*. Beberapa persyaratan dalam pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut

- *Monitoring and control system*
- *Controller*
- Pada *workstation* minimal berjumlah 4 dan maksimal berjumlah 6 *workstation*
- Setiap *workstation* harus memiliki:
 - *Next process button* ; digunakan pada *mode* manual untuk melanjutkan proses *assembling*
 - *Stop button* ; digunakan untuk menghentikan proses pada *mode continue* jika ada kendala pada proses *assembling*
 - *Emergency lamp* ; indikasi *workstation* yang bermasalah
 - *Proximity sensor* untuk deteksi posisi *jig* di *workstation* dan *stopper actuator* untuk menghentikan dan melanjutkan jalannya *jig*

Sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsep design modul *assembly*

3.3. Pembuatan prototipe

Setelah sistem dibuat, kemudian melakukan implementasi dengan membuat prototipe. Pengerjaan ini dengan melibatkan 4 orang mahasiswa sebagai proyek Praktik Manufaktur Terintegrasi. Secara sistem, prototipe yang dibuat lebih mengandalkan sistem kontroler. Berikut dokumentasi dalam proyek mengimplementasikan sistem menjadi prototipe dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembuatan prototipe

3.4. Evaluasi

Setelah mengimplementasikan alat peraga berbasis pendekatan *Learning Factory*, terjadi peningkatan signifikan dalam efektivitas proses pembelajaran. Alat peraga ini memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa, memperlihatkan simulasi nyata terkait desain dan implementasi proses manufaktur dan *assembling*. Proses perakitan ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Setelah menggunakan alat peraga konveyor

Berdasarkan hasil dokumentasi terbaru, mahasiswa lebih mudah memahami proses produksi secara menyeluruh, termasuk tahapan perancangan, *assembling*, hingga evaluasi kualitas produk. Mereka juga lebih aktif dalam berpartisipasi, berdiskusi, dan mengajukan solusi atas permasalahan yang muncul selama praktikum. Peningkatan pemahaman ini dibuktikan dengan meningkatnya nilai rata-rata mahasiswa dan kualitas laporan praktikum yang lebih mendetail dan relevan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada bagian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa permasalahan yang dihadapi saat ini adalah tidak sinkronnya media pembelajaran dengan kondisi aktual di industri karena media yang digunakan belum sesuai. Pengerjaan dengan cara duduk menjadi masalah yang harus diperbaiki. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan melakukan perancangan dan menerapkan alat peraga dalam praktikum Perancangan Proses Manufaktur dan *Assembling*. Hal ini terbukti dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Sebelum alat peraga digunakan, pembelajaran cenderung teoretis dengan keterbatasan pada pemahaman dan partisipasi mahasiswa. Namun, setelah alat peraga diterapkan, mahasiswa dapat lebih memahami proses manufaktur dan *assembling* secara menyeluruh melalui pengalaman langsung dan simulasi nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BOPTN Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Pendidikan Tinggi Vokasi Tahun 2024 yang telah mendukung pendanaan hibah penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Winangun, "Pendidikan Vokasi Sebagai Pondasi Bangsa Menghadapi Globalisasi," *J. Taman Vokasi*, vol. 5, no. 1, p. 72, 2017, doi: 10.30738/jtvok.v5i1.1493.
- [2] W. Rohmah, D. Efita Sari, and A. Wulansari, "Pembelajaran Berbasis Teaching Factory Di Smk Negeri 2 Surakarta," *J. Pendidik. Ilmu Sos.*, vol. 29, no. 2, pp. 78–85, 2019, doi: 10.23917/jpis.v29i2.9171.
- [3] D. H. Martawijaya, "Model pembelajaran teaching factory untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam mata pelajaran produktif," no. 229, 2011.
- [4] S. P. Nissilä, A. Karjalainen, M. Koukkari, and P. Kepanen, "Towards competence-based practices in vocational education – What will the process require from teacher education and teacher identities?," *Cent. Educ. Policy Stud. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 13–34, 2015, doi: 10.26529/cepsj.140.
- [5] C. L. Harvey *et al.*, "Discursive practice - lean thinking, nurses' responsibilities and the cost to care," *J. Health Organ. Manag.*, vol. 32, no. 6, pp. 762–778, doi: 10.1108/JHOM-12-2017-0316.
- [6] N. Wahid, S. Bahrum, M. N. Ibrahim, and H. Z. Hashim, "Pedagogical Content Knowledge of Art Teachers in Teaching The Visual Art Appreciation in School," *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci.*, vol. 7, no. 12, pp. 296–303, 2018, doi: 10.6007/ijarbss/v7-i12/3612.
- [7] S. V. Yazdi, "Effective Employment: A Basic Objective for Curriculum Design in Higher Education," *Int. J. Acad. Res. Progress. Educ. Dev.*, vol. 2, no. 4, pp. 29–44, 2013, doi: 10.6007/ijarped/v2-i4/282.
- [8] R. Bakar, "The Effect of Learning Motivation on Student'S Productive Competencies in Vocational High School, West Sumatra," *Int. J. Asian Soc. Sci.*, vol. 4, no. 6, pp. 722–732, 2014, [Online]. Available: <http://www.aessweb.com/journals/5007>
- [9] F. K. Putra and Joko, "Konsep Terintegrasi Dalam Pengembangan Learning Factory," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 19–25, 2021, doi: 10.26740/jpte.v10n01.p19-25.
- [10] F. Baena, A. Guarín, J. Mora, J. Sauza, and S. Retat, "Learning Factory: The Path to Industry 4.0," *Procedia Manuf.*, vol. 9, pp. 73–80, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.04.022.
- [11] E. Abele *et al.*, "Learning factories for research, education, and training," *Procedia CIRP*, vol. 32, no. Clf, pp. 1–6, 2015, doi: 10.1016/j.procir.2015.02.187.
- [12] G. C. Neacsu, I. G. Pascu, E. L. Nitu, and A. C. Gavriluta, "Brief review of methods and techniques used in Learning Factories in the context of Industry 4.0," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1018, no. 1, pp. 0–14, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1018/1/012022.
- [13] S. Hartanto, S. Langgeng Ratnasari, and Z. Arifin, "Work Skills Factor for Mechanical Engineering Students of Vocational High School," *KnE Soc. Sci.*, vol. 3, no. 15, p. 1, 2019, doi: 10.18502/kss.v3i15.4349.
- [14] Sugiyono, *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi dan R&D)*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [15] H. Kurnia, C. Jaqin, H. H. Purba, and I. Setiawan, "Implementation of Six Sigma in the DMAIC Approach for Quality Improvement in the Knitting Socks Industry," *Tekst. Ve Muhendis*, vol. 28, no. 124, pp. 269–278, 2021, doi: 10.7216/1300759920212812403.