

KONSEP TERINTEGRASI DALAM PENGEMBANGAN *LEARNING FACTORY*

Ferdynand Kurnia Putra

S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
ferdynandputra@mhs.unesa.ac.id

Joko

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
joko@unesa.ac.id

Abstrak

Konsep *learning factory* sudah banyak dikembangkan didunia pendidikan. Pembahasan hanya sebatas unsur-unsur yang dihasilkan suatu konsep pada *learning factory*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep terintegrasi dalam pengembangan *learning factory*. (1) Menganalisis *Learning Production System*, (2) Menganalisis *Internet of Things Application Center Industrie 4.0*, (3) Menganalisis integrasi produk *Changeable Learning Factory*, (4) Menganalisis *lean production Institute of Machine Tools and Industrial Management*, (5) Menganalisis Kurikulum *the Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering*, (6) Menganalisis Kombinasi Pembelajaran Berbasis Masalah dengan *Learning Factory*. Pembahasan hanya sebatas unsur-unsur yang dihasilkan pada suatu konsep pada *learning factory*. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dari penelusuran 6 artikel ilmiah yang sudah dilakukan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian: (1) *LPS* mencakup *Learning Factory-Process Improvement, Learning Factory-Resource Efficiency Process Improvement, Learning Factory-Management and Organisation*. (2) *IoT* pada *ACI* harus memiliki hubungan kerjasama dan evaluasi. (3) *CLF* menghasilkan sebuah tingkatan produk. (4) *Lean production IWB* meliputi aspek sasaran, pendekatan dan ketersediaan alat. (5) Kurikulum *FSRE* yang menghubungkan sarana-prasarana, infrastruktur, keterampilan mahasiswa serta kondisi industri dan menghasilkan sistem informasi, pengembangan desain produk, kesiapan produksi dan manajemen. (6) Kombinasi *PBL* dan *LF* dapat mendukung mahasiswa dalam implementasi pengetahuan, meningkatkan interaksi, melibatkan langsung dan bertanggung jawab.

Kata kunci: *Learning factory*, konsep, terintegrasi, pengembangan.

Abstract

The concept of learning factory has been developed in the world of education. The discussion is only limited to the elements produced by a concept in the learning factory. This study aims to analyze the integrated concepts in the development of learning factory. (1) Analyzing Learning Production System, (2) Analyzing Internet of Things Application Center Industrie 4.0, (3) Analyzing the integration of Changeable Learning Factory products, (4) Analyzing lean production Institute of Machine Tools and Industrial Management, (5) Analyzing Faculty Curriculum of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering, (6) Analyzing the Combination of Problem Based Learning with Learning Factory. The discussion is only limited to the elements produced by a concept in the learning factory. This study uses a literature study method from tracing 6 scientific articles that have been done before. Research results: (1) *LPS* includes *Learning Factory-Process Improvement, Learning Factory-Resource Efficiency Process Improvement, Learning Factory-Management and Organisation*. (2) *IoT* at *ACI* must have a cooperative and evaluation relationship. (3) *CLF* produces a product level. (4) *Lean IWB* production includes aspects of the target, approach and availability of tools. (5) *FSRE* curriculum connecting infrastructure, infrastructure, student skills and industry conditions and producing information systems, product design development, production readiness and management. (6) The combination of *PBL* and *LF* can support students in implementing knowledge, increasing interaction, involving directly and responsibly.

Keywords: Learning factory, concept, integrated, development.

PENDAHULUAN

Learning Factory pertama kali diciptakan dan dikembangkan di Pennsylvania State University di bawah program *National Science Foundation (NSF)* Amerika Serikat. 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 (Abele et al, 2015).

Learning factory dengan komposisi dua kata "*learning*" dan "*factory*" untuk membahas kedua bagian istilah harus mencakup unsur-unsur belajar atau mengajar serta lingkungan produksi (Wagner et al, 2012). Kata "*learning*" dalam istilah ini, bertentangan dengan pengajaran yang menekankan pentingnya pengalaman belajar. *Learning factory* menyediakan produksi sesuai kenyataan sebagai lingkungan belajar. Berarti proses dan teknologi di dalam *learning factory* didasarkan pada dunia industri yang memungkinkan pendekatan langsung ke fase berbeda dari proses pembuatan produk. Definisi *learning factory* adalah pembelajaran lingkungan yang ditentukan oleh proses otentik yang mencakup bidang teknik serta organisasi dan menghasilkan produk fisik siap untuk diproduksi (Abele et al, 2015).

Dengan sebuah latihan dapat menemukan dan menguji pendekatan atau perilaku percobaan pada teknologi dan masalah terkait industri organisasi. Tujuan utama *learning factory* adalah inovasi teknologi atau organisasi (jika digunakan untuk penelitian), atau pengembangan kompetensi yang efektif (jika digunakan untuk pendidikan dan pelatihan), yaitu pengembangan kemampuan peserta (termasuk motivasi dan aspek emosional) untuk menguasai situasi yang kompleks (Tisch et al, 2013).

Pendidikan produksi integratif merupakan platform pendidikan untuk aktivitas siswa dalam bentuk pengalaman nyata dan pemahaman luas tentang proses kemunculan produk integratif. Langkah-langkah seperti perencanaan dan desain produk, teknik, pembuatan, perakitan serta jaminan kualitas. Pelatihan langsung terdiri dari latihan untuk menganalisis, merencanakan, membangun, mengoptimalkan produk nyata dan proses produksi. Pendekatan didaktis yang berbeda digunakan pada kombinasi belajar mandiri secara online, pengajaran langsung dan pelatihan langsung dalam tim (Abele et al, 2015).

Proses belajar dan mengajar adalah konsep yang saling terhubung. Belajar dan mengajar mengarah pada tindakan seseorang sebagai subyek dalam belajar dan sebagai pengajar. Tujuan belajar terbagi menjadi

pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognitif. Pengetahuan faktual adalah pengetahuan dasar untuk ilmu tertentu yang mengarah kedalam fakta-fakta penting dan mendetail atau unsur yang wajib diketahui siswa secara berurutan dalam menguasai ilmu atau sebuah permasalahan didalamnya. Pengetahuan konseptual adalah klasifikasi mengenai pengetahuan, prinsip, abstraksi, model, teori atau bagian yang berhubungan dengan bidang ilmu tertentu. Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan yang mendukung siswa dalam melakukan suatu tindakan melakukan pada proses pembelajaran. Pengetahuan metakognitif adalah sebuah pengetahuan penting atau introspektif diri mengenai pemecahan masalah yang dihadapi (Anderson et al, 2001). Dengan demikian *learning factory* memiliki pengertian suatu proses belajar produksi, baik itu menghasilkan produk, menjual suatu produk atau menawarkan jasa yang dilakukan secara nyata dalam dunia pendidikan baik Sekolah Menengah Kejuruan atau Universitas.

Learning factory sangat diperlukan dalam dunia pendidikan teknik yang secara efektif membutuhkan beberapa bentuk pelatihan praktis dalam lingkungan industri karena meningkatkan pengalaman belajar (Abele et al, 2008). Jenis pelatihan ini mungkin sudah jelas bermanfaat bagi sekolah tetapi seringkali sulit untuk memfasilitasi dalam lingkungan industri yang nyata dan juga menunjukkan bahwa jenis lingkungan belajar sangat ideal untuk mentransfer hasil penelitian untuk industri (Wagner et al, 2012). *Learning factory* telah menjadi luas isinya dan digunakan untuk pendidikan (akademik), pelatihan kejuruan, untuk penelitian, sebagai platform transfer dan ruang jejaring (Abele et al, 2015).

Target utama *learning factory* adalah siswa di Sekolah Menengah Kejuruan dan mahasiswa di Universitas. Kedua kelompok sasaran tersebut memungkinkan untuk terlibat langsung dalam proses produksi di dunia industri sehingga dengan mudah memecahkan permasalahan mereka dalam kegiatan *learning factory*. Karyawan-karyawan di dalam perusahaan produksi adalah kelompok sasaran terpenting kedua yang memungkinkan untuk terlibat langsung dalam kegiatan *learning factory* sehingga siswa dan mahasiswa dengan mudah dalam menyelesaikan permasalahan mengenai proses produksi di dunia industri (Abele et al, 2010). Dengan demikian fokus pelatihan kegiatan tersebut memberikan pengetahuan tentang metode untuk meningkatkan aspek yang berbeda dari sistem produksi (kualitas *time costs*).

Konsep *learning factory* sebagai tautan akademik bisnis, dimana ada hubungan antara universitas dan pengusaha. Hubungannya bukan hanya berjejaring saja, tetapi melibatkan mereka dalam proses pengajaran di kelas (Hadlock et al, 2008). Beberapa negara di Eropa seperti Britania Raya, Republik Irlandia dan Kerajaan Spanyol aktif berkontribusi dalam dunia pendidikan dan bisnis yang pada awalnya dirintis oleh Universitas di Amerika Serikat. Pengusaha mempresentasikan hasil kepada para siswa dan mahasiswa tentang pendidikan kewirausahaan. Tujuannya untuk menghubungkan pengalaman di dunia kerja serta mempersilahkan mereka dalam beraktivitas diberbagai proyek mereka. *Learning factory* memungkinkan industri untuk memasuki dunia pendidikan untuk menyediakan aktivitas nyata berdasarkan aktivitas industri. Hakikat mengenai dasar *learning factory* adalah integrasi profesionalisme kerja dalam kurikulum sekolah. Semua kebutuhan alat, bahan, pelaksana pendidikan dirancang dan dihubungkan untuk melakukan kegiatan produksi untuk menghasilkan produk barang atau jasa (Lamancusa et al, 2001). Konsep terintegrasi dalam pengembangan *learning factory* merupakan sebuah rancangan atau ide yang dapat dinyatakan dalam suatu tindakan dari berbagai macam proses pada *learning factory*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep terintegrasi dalam pengembangan *learning factory*. (1) Menganalisis *Learning Production System*, (2) Menganalisis *Internet of Things Application Center Industrie 4.0*, (3) Menganalisis integrasi produk *Changeable Learning Factory*, (4) Menganalisis produktivitas *Institute of Machine Tools and Industrial Management*, (5) Menganalisis Kurikulum *the Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering*, (6) Menganalisis Kombinasi Pembelajaran Berbasis Masalah dengan *Learning Factory*. Pembahasan hanya sebatas unsur-unsur yang dihasilkan suatu konsep pada *learning factory*.

Adapun manfaat dari penelitian ini: (1) Sebagai referensi untuk menciptakan konsep terintegrasi pada pengembangan *learning factory* terbaru. (2) Sebagai masukan penulis lain untuk melakukan eksperimen pada konsep terintegrasi pada pengembangan *learning factory*. (3) Sebagai bahan pertimbangan bagi pembaca/penulis lain dalam mengembangkan konsep sistem *learning factory*.

METODE

Penelitian ini menggunakan teknik yang berdasarkan studi literatur. Tujuan dari studi literatur untuk membantu meningkatkan pemahaman terhadap

objek penelitian. Pada dasarnya peneliti wajib menguasai permasalahan yang diteliti (Diah dan Kartiningrum, 2015). Studi literatur adalah merupakan penelitian yang diciptakan oleh peneliti dengan mengumpulkan rujukan dari sejumlah buku, majalah yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian (Danial dan Nanan, 2009).

Penelitian studi literatur tidak mengharuskan turun langsung ke lapangan dan bertemu dengan narasumber. Data yang diperlukan dalam sebuah penelitian merujuk pada dokumen dan sumber pustaka. Pada riset sumber pustaka, penelusuran sumber pustaka tidak hanya mempersiapkan kerangka penelitian tetapi harus memanfaatkan hasil data penelitian pada sumber perpustakaan (Zed, 2014). Hal yang wajib diperhatikan dalam sebuah penelitian agar dikatakan ilmiah juga memerlukan hal lain seperti rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, hasil dan pembahasan dan simpulan.

Metode analisis yang digunakan adalah metode mengumpulkan data dengan menganalisis hasil penelitian dari berbagai pendapat mengenai *learning factory*, konferensi ilmiah *learning factory* dan penelusuran penelitian ilmiah tahun 2014-2019 dengan menggunakan kata kunci *learning factory* pada *Search Google, Springer Professional Research Gate, Science Direct, Semantic Scholar*. Peneliti meninjau 6 penelitian ilmiah yang sudah diperoleh. Berdasarkan penelitian tersebut peneliti mendapatkan hasil data sesuai dengan rumusan masalah, tujuan dan batasan masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas konsep terintegrasi dalam pengembangan *learning factory*.

Penelitian Dieter et al (2014) dengan judul “*Holistic learning factories-A concept to train lean management, resource efficiency as well as management and organization improvement skills*” mengidentifikasi konsep *learning production systems (LPS) learning factory* yang mencakup tiga bidang: (1) *Learning Factory-Process Improvement (LPI)*, (2) *Learning Factory-Resource Efficiency Process Improvement (LRE)*, (3) *Learning Factory-Management and Organisation (LMO)*.

Penelitian Norbert et al (2017) dengan judul “*Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction based on the Learning Factory Concept*” mengidentifikasi konsep pengembangan *IoT (Internet of Things) pada ACI (Application Center Industrie 4.0) learning factory* yang menghasilkan 3 fase: (1) Kerjasama dengan

perusahaan. (2) Kerjasama dengan karyawan. (3) Evaluasi hasil.

Penelitian Hoda et al (2017) dengan judul “*Integrated Product/System Design and Planning for New Product Family in a Changeable Learning Factory*” mengidentifikasi konsep integrasi produk *CLF* (*Changeable Learning Factory*) dan menghasilkan sebuah tingkatan produk yang terdiri dari desain dan perencanaan proses untuk kelompok produk.

Penelitian Harald et al (2018) dengan judul “*Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories*” mengidentifikasi konsep produktivitas (*lean production*) pada *Learning factory IWB* (*Institute of Machine Tools and Industrial Management*) di Technische Universität München, Jerman. Aspek tersebut meliputi, (1) Sasaran: transparansi produk kepada pelanggan. Contoh: komponen apa yang telah digunakan dalam produk, kapan bagian tersebut dirakit, kapan produk yang diharapkan dikirimkan sehingga pelanggan bersedia membayar harga lebih tinggi untuk produk tergantung pada tingkat transparansi. (2) Sebuah pendekatan: konsep yang membantu mengetahui bagian-bagian dan jaminan produk. (3) Ketersediaan alat bantu: pemindai kode bar, printer dan fasilitas prototyping cepat. *Lean production* pada *IWB* bertujuan membantu proses lebih jelas atau lebih transparan bagi pengguna.

Penelitian Stojkic and Bosnjak (2019) dengan judul “*Development of Learning Factory at FSRE, University of Mostar*” mengidentifikasi kurikulum *FSRE* (*the Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering*) pada konsep *learning factory* (*LF*) di Fakultas Teknik Mesin, Universitas Studiorum Mostariensis, Bosnia-Herzegovina. Hasil penelitian *FSRE* menghubungkan sarana-prasarana, infrastruktur, keterampilan mahasiswa serta kondisi industri dan menghasilkan unsur-unsur yang meliputi: sistem informasi, pengembangan desain produk, kesiapan produksi dan manajemen. (1) Sistem informasi: *FSRE* memiliki pengetahuan, pengalaman dan infrastruktur yang diperlukan untuk bisnis. (2) Pengembangan dan desain produk: *FSRE* memiliki mahasiswa berpengalaman dan peralatan yang diperlukan seperti: perangkat lunak *AutoCAD*, printer, *scanner* dan peralatan lain untuk mendukung pengembangan desain dan produk. (3) Kesiapan produksi: *FSRE* telah mendidik mahasiswa untuk persiapan produksi mulai dari pemrosesan bahan, produk, atau semi-produk, perakitan serta menyiapkan alat seperti: mesin las, mesin bor, mesin gerinda dan lain-lain. (4) Manajemen: *FSRE* memiliki tata cara pengelolaan dalam melakukan pekerjaan yang sesuai

dengan kebutuhan, seperti: kegiatan distribusi produk, penjualan, pengadaan produk dan merawat produk. *FSRE* memberikan edukasi bagi para mahasiswa diberbagai bidang yang diintegrasikan dalam kurikulum studi sarjana di bidang teknik, terutama Fakultas Teknik Mesin. *FSRE* telah mengembangkan pembelajaran aktif dan campuran dalam kompetensi pendidikan manufaktur. Mahasiswa memperoleh manfaat dari pengalaman interaktif dan pengalaman pembelajaran berbasis tim yang melibatkan mahasiswa, fakultas dan industri.

Penelitian Louise et al (2019) dengan judul “*Engineering Education in Changeable and Reconfigurable Manufacturing: Using Problem-Based Learning in a Learning Factory Environment*” mengidentifikasi kombinasi PBL (*Pembelajaran Berbasis Masalah*) dengan *LF* (*Learning Factory*) pada perkuliahan. Hasil penelitian menunjukkan (1) Kombinasi PBL dan *LF* mendukung mahasiswa dalam mengimplementasikan pengetahuan teoritis mereka. (2) Meningkatkan interaksi sosial antara mahasiswa dan dosen dalam perkuliahan. (3) Mahasiswa dapat terlibat langsung dalam suatu proyek. (4) Mendukung mahasiswa dalam mengambil keputusan dan tanggung jawab untuk diri sendiri.

Bedasarkan hasil pembahasan dari 6 artikel ilmiah dapat diperoleh berbagai konsep *learning factory* serta unsur yang dihasilkan: (1) *LPS* mencakup *LPI*, *LRE*, *LMO*. (2) *IoT* pada *ACI* harus memiliki hubungan kerjasama dan evaluasi. (3) *CLF* menghasilkan sebuah tingkatan produk. (4) Produktivitas (*lean production*) *IWB* meliputi aspek sasaran, pendekatan dan ketersediaan alat. (5) Kurikulum *FSRE* yang menghubungkan sarana-prasarana, infrastruktur, keterampilan mahasiswa serta kondisi industri dan menghasilkan sistem informasi, pengembangan desain produk, kesiapan produksi dan manajemen. (6) Kombinasi PBL dan *LF* dapat mendukung mahasiswa dalam implementasi pengetahuan, meningkatkan interaksi, melibatkan langsung dan bertanggung jawab.

Learning Production Systems (*LPS*) berfokus pada peningkatan proses dan *lean management*. Seiring berjalannya waktu, *LPS* mulai mengembangkan konsep dengan meningkatnya biaya untuk sumber daya seperti materi dan energi serta perubahan sosial dan ramah lingkungan dan menghasilkan tiga topik: peningkatan proses, efisiensi sumber daya, manajemen dan organisasi. Tantangan baru ini juga membutuhkan pertimbangan semua pihak, terutama industri dan sekolah (Eberhard et al 2010).

Application Center Industrie 4.0 (*ACI*) terdiri dari simulasi hybrid yang menggabungkan manfaat

simulasi dan komponen virtual serta perangkat keras untuk mendesain atau menganalisis proses manufaktur industri. *IoT* pada *ACI* mengembangkan konsep organisasi produksi, ketersediaan informasi, pengambilan keputusan yang terdesentralisasi, kerja kolaboratif, interaktif, penggunaan teknologi baru dan mengarah pada transformasi persyaratan kompetensi seperti kompetensi profesional, kompetensi pribadi, kompetensi budaya, kompetensi metodologi, kompetensi kepemimpinan, dan kompetensi sosial (Palattella et al 2013).

Changeable Learning Factory (CLF) adalah lingkungan belajar yang digunakan untuk mengajar dan menyelidiki efek perubahan pada produk dan sistem manufaktur. *CLF* merupakan pengembangan metode baru untuk merancang produk berdasarkan kapabilitas dan ruang lingkup *learning factory* (ElMaraghy, 2015).

Prinsip dasar produktivitas (*lean production*). (1) Penilaian harus selalu dibuat dari sudut pandang pelanggan. (2) Kesempurnaan melalui perbaikan berkelanjutan dalam langkah-langkah kecil adalah proses standar, stabil dan transparan. (3) Kerja tim berfokus pada potensi karyawan (Womack and Jones, 2003).

Karakteristik *Faculty of Mechanical Engineering, Computing and Electrical Engineering (FSRE)* pada konsep *learning factory (LF)* bergantung pada produk, keterampilan, desain dan fasilitas. *FSRE* berperan untuk mengembangkan konsep *LF* yang bekerja sama dengan perusahaan dalam mengembangkan kurikulum dan dukungan kepada perusahaan di bidang pendidikan dan penelitian (Wagner et al, 2012).

Kombinasi *PBL (Pembelajaran Berbasis Masalah)* dengan *LF (Learning Factory)* merupakan konsep yang diciptakan untuk mengimplementasikan pengetahuan berdasarkan pengalaman (Abele et al, 2015).

PENUTUP

Simpulan

Setelah peneliti melakukan analisis, dapat disimpulkan (1) Konsep *learning factory LPS* mencakup *LPI, LRE, LMO*. (2) Konsep pengembangan *IoT* pada *ACI learning factory* memiliki hubungan kerjasama dengan perusahaan dan karyawan serta evaluasi hasil sebagai tolak ukur. (3) Konsep integrasi produk *CLF* menghasilkan sebuah tingkatan produk. (4) Konsep produktivitas (*lean production*) pada *Learning factory IWB* meliputi sasaran, sebuah pendekatan dan ketersediaan alat. (5) Kurikulum *FSRE* pada konsep *learning factory* menghubungkan sarana-prasarana,

infrastruktur, keterampilan mahasiswa serta kondisi industri dan menghasilkan unsur-unsur yang meliputi sistem informasi, pengembangan desain produk, kesiapan produksi dan manajemen. (6) Kombinasi konsep *PBL* dan *LF* dapat mendukung mahasiswa dalam mengimplementasikan pengetahuan, meningkatkan interaksi sosial, dapat terlibat langsung dalam proyek dan memiliki rasa tanggung jawab.

Saran

Konsep terintegrasi dalam pengembangan *learning factory* menjadi pola yang memicu cara berpikir, bersikap, bertindak dalam rangka menghadapi, menanggapi atau mengatasi beragam persoalan menyangkut pendidikan di SMK dan Perguruan Tinggi. Implementasi konsep *learning factory* ditujukan pada kebutuhan siswa dan mahasiswa dalam proses belajar. Dengan terbentuknya konsep *learning factory*, siswa dan mahasiswa dapat belajar secara langsung dengan kondisi nyata pada perindustrian. *Learning factory* yang sudah dijalankan juga menghasilkan sebuah hasil yang berupa produk maupun jasa sampai produk atau jasa tersebut dapat dipasarkan ke berbagai pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Eberhard Abele, Niels Eichhorn and Eslo Kuljanic. 2008. *Process Learning Factory Training Students and Management for Excellent Production Processes*. Italy: Advanced Manufacturing Systems and Technology (AMST).
- Eberhard Abele, Tenberg, Wenemer and Cachay. 2010. *Development of Competences within Lean Factories for the Production*. Journal of Economic Factory Operation 105 (2010) 909-913, (Online), (<https://www.researchgate.net/publication/263857399.pdf>, diunduh 2 April 2020).
- Eberhard Abele, Joachim Metternich, Michael Tisch, George Chryssolouris, Wilfried Sihn, Hoda ElMaraghy, Vera Hummel and Fabian Ranz. 2015. *Learning Factories for Research, Education, and Training*. 5th Conference on Learnig Factories. Procedia, CIRP 32 (2015) 1-6, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711500503X>, diakses 2 April 2020).
- Heather Hadlock, Steven Wells, Jemma Hall, John Clifford, Nicholas Winowich and James Burns. 2008. *From Practice to*

- Entrepreneurship: Rethinking the Learning Factory Approach*. International Conference. Proceedings, IAJC-IJME 401 (2008) 81, (Online), (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.518.1399&rep=rep1&type=pdf>, diunduh 17 April 2020).
- Harald Bauer, Felix Brandl, Christopher Lock and Gunther Reinhart. 2018. *Integration of Industrie 4.0 in Lean Manufacturing Learning Factories*. 8th Conference on Learning Factory. Procedia, Manufacturing 23 (2018) 147-152, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304803>, diakses 4 Mei 2020).
- Hoda ElMaraghy. 2015. *Learning Integrated Product and Manufacturing Systems*. 6th Conference on Learning Factories. Procedia, CIRP 32 (2015) 19-24, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301269>, diakses 7 April 2020).
- Hoda ElMaraghy, Mostafa Moussa, Waguih ElMaraghy and Mohamed Abbas. 2017. *Integrated Product/System Design and Planning for New Product Family in a Changeable Learning Factory*. 7th Conference on Learning Factories. Procedia, Manufacturing 9 (2017) 65-72, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301269>, diakses 7 April 2020).
- John Lamancusa, Jens Jorgensen, Jose Zayas Castro, Lueny Morell de Ramirez. 2001. *The Learning Factory Integrating Design, Manufacturing and Business Realities into Engineering Curricula a Sixth Year Report Card*. International Conference on Engineering Education (2001) 6-10, (Online), (<https://pdfs.semanticscholar.org/a89f/154ca6b6e31b10327cbf57a15c1b9fa792b2.pdf>, diunduh 19 April 2020).
- Kartiningrum dan Eka Diah. 2015. *Panduan Penyusunan Studi Literatur*. Mojokerto: Politeknik Kesehatan Majapahit.
- Lorin Anderson, David Krathwohl, Airasian, Cruikshank, Mayer, Pintrich, Raths and Wittrock. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman, (Online), (https://quincycollge.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf, diunduh 19 April 2020).
- Louise Andersen, Thomas Brunoe and Kjeld Nielsen. 2019. *Engineering Education in Changeable and Reconfigurable Manufacturing: Using Problem-Based Learning in a Learning Factory Environment*. 52nd Conference on Manufacturing Systems. Procedia, CIRP 81 (2019) 7-12, (Online), (http://svbn.aau.dk/ws/files/3154239041_s2.0_S2212827119303063_main.pdf, diunduh 17 April 2020).
- Norbert Gronau, Andre Ullrich and Malte Teichmann. 2017. *Development of the Industrial IoT Competences in the Areas of Organization, Process, and Interaction based on the Learning Factory Concept*. 7th Conference on Learning Factories. Procedia, Manufacturing 9 (2017) 254-261, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301476>, diakses 4 Mei 2020).
- Palattella, Accettura, Grieco, Boggia, Dohler and Engel. 2013. *On Optimal Scheduling in Duty-Cycled Industrial IoT Applications*. IEEE, Sensors Journal, 13 (2013) 655-666, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301476>, diakses 4 Mei 2020).
- Stojkic, Zeljko and Bosnjak, Igor. 2019. *Development of Learning Factory at FSRE, University of Mostar*. 9th Conference on Learning Factories. Procedia, Manufacturing 31 (2019) 180-186, (Online), (<https://www.mendeley.com/catalogue/67d64d4a-212f-34ed-90ae-72135762aa0d>, diakses 19 April 2020).
- Wagner, AlGeddawy, Hoda ElMaraghy and Muller. 2012. *The State of the Art and Prospects of Learning Factories*. 45th Conference on Manufacturing Systems. Procedia, CIRP 3 (2012) 109-114, (Online), (<https://core.ac.uk/download/pdf/8272919.pdf>, diunduh 7 April 2020).

Warsiah Nanan dan Endang Danial. 2009. *Metode Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: Laboratorium Pendidikan Kewarganegaraan .

Womack and Jones. 2003. *Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London, (Online), (<https://www.sciencedirect.com/science/article>

[e/pii/S2351978918304803](https://doi.org/10.24127/ijed.v1i1.10000), diakses tanggal 17 April 2020).

Zed. 2014. *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

