

# **Paradigma Sistem Produksi Untuk Perbaikan Pendidikan Sektor Konstruksi Di Indonesia**

**Muhamad Abduh<sup>1\*</sup>, Biemo W. Soemardi<sup>2</sup>, Reini D. Wirahadikusumah<sup>3</sup>, dan Anastasya Martina<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jln. Ganesh No. 10, Bandung  
E-mail: abduh@itb.ac.id*

## **ABSTRAK**

Pendidikan sektor konstruksi di Indonesia selama ini didominasi oleh pendidikan Teknik Sipil. Secara historis dimulai di *Technische Hoogeschool te Bandoeng* tahun 1920 dan kemudian berkembang menjadi beberapa program studi seperti Arsitektur, Geodesi, Planologi, dan Teknik Penyehatan. Program pendidikan tersebut berfokus kepada menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi perancangan atau kerekayasaan, namun kurang memperhatikan bagaimana melakukan pembangunannya, karena pada intinya proyek konstruksi masih dianggap sebagai sebuah *craft* yang berkaitan dengan keterampilan tenaga kerja konstruksi. Adapun pendidikan tinggi terkait dengan proses pembangunan dimulai tahun 1980 saat diperkenalkannya sub-jurusan manajemen konstruksi pada pendidikan sarjana Teknik Sipil ITB dan kemudian tahun 1990 pada pendidikan magisternya. Makalah ini mendiskusikan pemikiran ulang pendidikan sektor konstruksi berdasarkan umpan balik terkait efektifitas pendidikan sektor konstruksi di Indonesia dengan adanya permasalahan pelaksanaan proyek konstruksi selama ini dan hadirnya tantangan pada masa yang akan datang. Salah satu tema fundamental dari lima tema utama pendidikan sektor konstruksi adalah cara pandang proyek konstruksi sebagai sistem produksi, belajar dari industri manufaktur. Cara pandang baru ini memerlukan pemikiran ulang pendidikan formal sektor konstruksi secara komprehensif, mulai dari sekolah menengah vokasi, pendidikan tinggi vokasi, dan pendidikan tinggi teknik, serta pendidikan non-formal dalam pengembangan profesional berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah kajian literatur untuk mendapatkan tema utama pendidikan sektor konstruksi dan gambaran kondisi eksisting, serta metode diskusi terpumpun dalam forum akademik untuk memvalidasi kebutuhan pemikiran ulang dan arah pengembangan pendidikan. Makalah ini mengusulkan sebuah konsep pengembangan kompetensi untuk pendidikan sektor konstruksi berbasiskan paradigma sistem produksi untuk berbagai tingkatan pendidikan formal sektor konstruksi di Indonesia.

**Kata kunci:** kurikulum, manajemen konstruksi, produksi, program studi

## **1. PENDAHULUAN**

Sudah menjadi pengetahuan umum dan juga sudah terbukti bahwa pendidikan penting dalam peningkatan kinerja individu, perusahaan, bahkan industri (Hanushek & Woessmann, 2021). Saat ini, perubahan pada berbagai bidang dalam skala global menempatkan tanggung jawab pada lembaga pendidikan untuk mempersiapkan lulusannya menghadapi masa yang akan datang. Lembaga pendidikan harus merespons kebutuhan tersebut untuk keberhasilan lulusannya, yaitu dengan mengubah kurikulum, karena kurikulum adalah elemen penting yang berperan dalam perkembangan peserta didik secara menyeluruh. Kumar dan Rewari (2022) menekankan adanya empat faktor yang mengharuskan lembaga pendidikan mengubah kurikulumnya saat ini, yaitu: perubahan kebutuhan mahasiswa dan masyarakat, menjembatani celah antara akademisi dan industri, kemajuan teknologi, dan sistem akreditasi lembaga pendidikan.

Demikian pula untuk sektor konstruksi, pendidikan untuk menghasilkan SDM konstruksi di berbagai tingkatan sangat krusial, mengingat konstruksi harus menyediakan berbagai infrastruktur yang berkualitas dan efektif untuk mendukung berbagai kegiatan perekonomian masyarakat. Ketika tantangan semakin besar untuk sektor konstruksi (Barbosa dkk., 2017), dan juga banyaknya permasalahan di lapangan terkait kinerja sektor konstruksi (Abduh dkk., 2020; Zabelle, 2024), demikian juga di Indonesia, maka dunia pendidikan terkait konstruksi menjadi salah satu sektor yang harus dikaji dan bahkan dirancang ulang, dalam hal ini terutama pendidikan manajemen konstruksi (Abduh, 2019; Abduh dkk., 2022; Abduh 2024). Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan, setidaknya ada lima tema utama yang membutuhkan perubahan kurikulum pendidikan sektor konstruksi, yaitu digitalisasi dan inovasi teknologi, produksi dan penyelenggaraan proyek yang efisien, keberlanjutan dan konstruksi hijau, manajemen risiko dan resiliensi, serta soft skill dan kepemimpinan adaptif. Koskela (2000) menekankan pentingnya perubahan paradigma terhadap produksi di sektor konstruksi, agar upaya perbaikan dapat efektif, karena pada intinya tema-tema utama lain beroperasi di atas proses produksi dan penyelenggaran proyek konstruksi itu sendiri.

Pendidikan manajemen konstruksi selama ini lebih ditekankan kepada manajemen proyek konstruksi dengan semua pengetahuan yang diperlukannya seperti penjadwalan, estimasi biaya, SDM konstruksi, administrasi kontrak, K3, dan metoda konstruksi, namun merupakan manajemen produksi yang merupakan dasar dari kinerja proyek konstruksi itu sendiri. Pendidikan MRK di Indonesia dimulai tahun 1980 dengan diperkenalkannya sebagai sub-jurusan di pendidikan sarjana Teknik Sipil di ITB, kemudian pada tahun 1990 dikembangkan pendidikan magister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi (MRK), yang menjadi pengutamaan pada program magister teknik Sipil, bukan program sendiri; hingga saat ini menjadi model pendidikan manajemen konstruksi di berbagai perguruan tinggi di Indonesia (MRK, 2007). Di lain pihak pendidikan menengah dan vokasi terkait sektor konstruksi dan juga manajemen konstruksi masih sedikit; jumlah SMK yang menyediakan jurusan terkait konstruksi masih minim, di DKI saja hanya 1% yang berkaitan dengan teknologi konstruksi dan properti, sedangkan di pendidikan tinggi vokasi (D3 dan D4) jumlahnya hanya 13 yang ada di LAM Teknik. Ini menggambarkan bahwa pendidikan sektor konstruksi di Indonesia belum berkembang menjadi sebuah *body of knowledge* yang kuat untuk menghasilkan profesi sektor konstruksi yang dipercaya, dengan masih menjadi bagian dari pendidikan teknik sipil; di luar negeri pendidikan manajemen konstruksi ini sudah berdiri sendiri baik pada tingkat sarjana maupun pascasarjana.

Berbasisan ini, maka sudah menjadi kebutuhan untuk melakukan definisi ulang pendidikan sektor konstruksi di Indonesia, agar dapat menghasilkan SDM konstruksi yang dapat meningkatkan kinerja sektor konstruksi di Indonesia, dengan berbagai tantangan masa kini dan pada masa yang akan datang. Makalah ini mendiskusikan pemikiran ulang pendidikan sektor konstruksi berdasarkan umpan balik terkait efektifitas pendidikan sektor konstruksi di Indonesia dengan adanya permasalahan pelaksanaan proyek konstruksi selama ini dan hadirnya tantangan pada masa yang akan datang. Salah satu tema fundamental dari lima tema utama pendidikan sektor konstruksi adalah cara pandang proyek konstruksi sebagai sistem produksi, belajar dari industri manufaktur. Cara pandang baru ini memerlukan pemikiran ulang pendidikan formal sektor konstruksi secara komprehensif, mulai dari sekolah menengah vokasi, pendidikan tinggi vokasi, dan pendidikan tinggi teknik, serta pendidikan non-formal dalam pengembangan profesional berkelanjutan.

## 2. TANTANGAN PENDIDIKAN SEKTOR KONSTRUKSI

Berdasarkan penelusuran artikel dari empat jurnal yang diterbitkan oleh *the American Society of Civil Engineers* (ASCE), yaitu *Journal of Construction Engineering and Management* (JCEM), *Journal of Management in Engineering* (JME), *Leadership and Management in Engineering* (LME), dan *Journal of Civil Engineering Education* (JCSEE) atau sekarang menjadi *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* (JPIEEP), dari tahun 2020 hingga 2025, menyatakan empat pilar utama kurikulum manajemen konstruksi yang harus diubah. Keempat pilar utama tersebut adalah: digitalisasi dan inovasi teknologi, lean construction dan efisiensi produksi, keberlanjutan, resiliensi, dan issue sosial, serta kompetensi profesional dan pedagogi modern.

Hal tersebut bersesuaian dengan kajian literatur dari sumber-sumber lainnya dari tahun 2020-2025 yang memberikan arah pengembangan kurikulum sektor konstruksi yang akan datang lebih holistik, digital, lean-oriented, berkelanjutan, inklusif, dan berbasis kompetensi, dengan pendekatan pedagogi aktif dan kolaborasi industri. Tabel 1 memberikan gambaran kompetensi inti yang dibutuhkan pada masa yang akan datang dalam sektor konstruksi. Jika dibandingkan dengan empat pilar utama yang ditemukan dalam artikel di empat jurnal ASCE, maka kelima tema utama hasil dari kajian literatur terkini ini bersesuaian, yaitu transformasi digital & inovasi teknologi, *lean construction & IPD*, keberlanjutan & *circular economy*, manajemen risiko, keselamatan & resiliensi, serta *soft skills*, kepemimpinan & manajemen perubahan.

Berdasarkan kelima tema utama tersebut (lihat Tablel 1), dengan menggunakan pendekatan sistem, maka dapat digambarkan bahwa kelima tema utama tersebut mendukung penguatan input, proses dan output penyelenggaraan proyek konstruksi. Tema Digitalisasi & Inovasi Teknologi mendukung tersedianya data dan informasi dalam bentuk digital yang akan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses konstruksi, serta untuk mendukung pelaksanaan proses tersebut dengan teknologi konstruksi yang inovatif, seperti BIM, *Digital Twin*, *Automation*, dan *Construction 4.0*. Pada tema Penyelenggaraan Proyek dan Sistem Produksi berkaitan dengan proses itu sendiri, karena ini berkaitan dengan penyelenggaraan proyek konstruksi dari tahap awal hingga penggunaan produk konstruksi itu sendiri. Dalam hal ini, pendekatan *lean* yang ditujukan untuk memaksimalkan *value* yang diharapkan dengan minimal pemborosan, harus dimengerti dengan baik mulai dari ranah filosofis, prinsip-prinsip, metode dan tools. Tema utama Keberlanjutan dan Ekonomi Sirkular berkaitan dengan *value* yang ingin dicapai dalam penyelenggaraan proyek konstruksi; bukan saja hanya output dalam bentuk fisik, tetapi juga berdampak dengan *value* yang ingin dicapainya. Saat ini *value* berupa keberlanjutan atau *sustainability* sudah menjadi hal yang lumrah dalam proyek konstruksi; di dalamnya prinsip *circular economy* harus bisa dicapai. Adapun tema utama Pengelolaan Risiko, Keselamatan, dan Resiliensi berkaitan erat dengan penguatan proses dengan memperhatikan risiko selama daur hidup proyek konstruksi, termasuk keselamatan kerja. Khusus topik resiliensi sangat berkaitan dengan konteks

Indonesia yang berada di wilayah yang sangat rentan terhadap bencana alam. Dan tema utama terakhir, yaitu Kepemimpinan Kolaborasi dan Perubahan, lebih kepada peningkatan kompetensi pribadi pelaksana proyek konstruksi, yang dihadapkan pada dinamika penyelenggaraan proyek konstruksi yang membutuhkan kolaborasi multi-disiplin dan banyaknya *stakeholder*.

Tabel 1. Tema Utama Kompetensi Sektor Konstruksi yang Dibutuhkan

Tema Utama	Kebutuhan Kompetensi	Referensi
<b>Digitalisasi &amp; Inovasi Teknologi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengelola proyek berbasis BIM 4D/5D dan CDE</li> <li>Integrasi AI-BIM untuk estimasi, <i>clash detection, monitoring</i></li> <li>Mendesain <i>Digital Twin</i> untuk konstruksi dan O&amp;M</li> <li>Memahami modular/prefabrikasi &amp; tata kelola data</li> </ul>	Pan & Zhang (2023), Madubuike et al. (2022), Attia (2025)
<b>Penyelenggaraan Proyek &amp; Sistem Produksi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mendesain sistem produksi proyek berprinsip <i>Lean</i></li> <li>Mengaplikasikan <i>Last Planner System &amp; Takt Planning</i></li> <li>Integrasi <i>Lean–Digital</i> (BIM, data)</li> <li>Kolaborasi IPD lintas pemangku kepentingan</li> </ul>	Brissi et al. (2022), Liu et al. (2024), Bidhendi et al. (2025)
<b>Keberlanjutan &amp; Ekonomi Sirkular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan LCA/LCSA &amp; target <i>Net Zero</i></li> <li>Strategi <i>circularity</i>: DfMA, DfD, material daur ulang</li> <li>Integrasi kebijakan &amp; standar hijau</li> </ul>	Sparrevik et al. (2021), Chen et al. (2023), Myint et al. (2025)
<b>Manajemen Risiko, Keselamatan &amp; Resiliensi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risk assessment berbasis data &amp; <i>predictive analytics</i></li> <li>Penerapan AI/computer vision untuk keselamatan</li> <li>Perancangan <i>resilience metrics</i> &amp; adaptasi bencana</li> <li>Kepatuhan regulasi &amp; manajemen klaim</li> </ul>	Guo et al. (2021), Graveline & Germain (2022). Zhao et al. (2024)
<b>Kepemimpinan Kolaborasi &amp; Manajemen Perubahan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komunikasi efektif, negosiasi, <i>conflict management</i></li> <li><i>Adaptive/transformational leadership</i></li> <li>Manajemen perubahan &amp; inovasi</li> <li>Kolaborasi tim multi-disiplin</li> </ul>	Marin-Zapata et al. (2022), Iddrisu & Mohamed (2025), Muss et.al. (2025)

Koskela (1992) menekankan pentingnya berfokus untuk memperbaiki proses produksi jika ingin meningkatkan kinerjanya, karena selama ini semua perkembangan teknologi untuk mendukung proses produksi konstruksi masih menggunakan cara pandang terhadap produksi yang lama; yang dimaksudnya adalah cara pandang holistik *transformation, flow, and value* (TFV). Ini berarti pentingnya penekanan terhadap tema kedua yaitu berkaitan dengan *lean construction* dan IPD, dengan tetap mengakomodasi kebutuhan kompetensi di empat tema utama lainnya. Berdasarkan inilah, dibutuhkan cara pandang melihat proyek konstruksi seperti sebuah sistem produksi (Zabelle, 2024). Koskela (2000) memandang pendidikan manajemen konstruksi yang selama ini diajarkan masih berbasis pandangan konvensional, yaitu hanya memperhatikan konversi, sehingga harus mulai untuk dirubah. Lebih lanjut Heinonen (2025) menyampaikan beberapa kebutuhan perbaikan dalam kompetensi baik pada tingkat strategis, operasional dan taktikal, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kendala Pelaksanaan Konstruksi Berbasis Sistem Produksi (Heinonen, 2025)

	<i>Human Sciences (Sociology, Psychology)</i>	<i>Engineering Science (Operation Management)</i>	<i>Legal &amp; Commercial Sciences (Legal, Responsibilities)</i>
<b>Strategic</b>	<i>Harmful beliefs must be corrected with better narratives</i>	<i>Operation sciences missing from construction education</i>	<i>P&amp;L responsibility to subcontractors, cash flow responsibility to the client</i>
<b>Operational</b>	<i>Fear of deviations and a blaming culture prevent learning</i>	<i>Lack of terminology and planning prevents flow production</i>	<i>Best people in contracting, managing risks instead of productivity</i>
<b>Tactical</b>	<i>Speaking culture: deviations are not openly discussed</i>	<i>Lack of planning skills complicates daily management</i>	<i>Lack of command skills: legal risk prevents clear leadership</i>

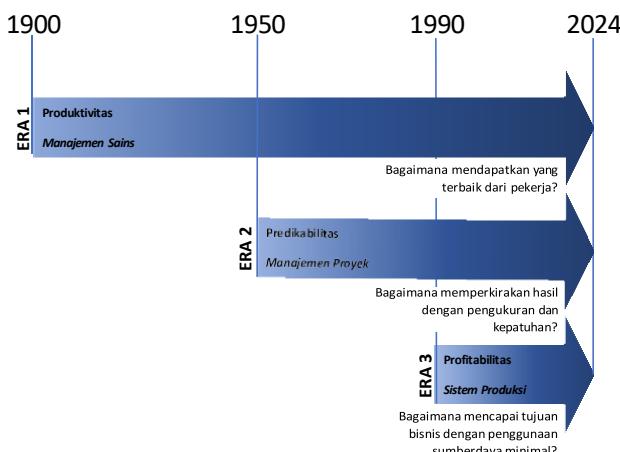
### 3. PARADIGMA SISTEM PRODUKSI

#### Perkembangan Penyelenggaraan Proyek Konstruksi

Shenoy & Zabelle (2016) mendefinisikan adanya 3 era dalam penyelenggaraan proyek konstruksi, sejak diperkenalkannya manajemen sains tahun 1900an, sebagaimana digambarkan pada Gambar 1. Era 1 dapat dikatakan sebagai era awal manajemen sains berkembang dengan tokohnya Frederick Taylor pada awal tahun 1900-an. Taylor, karena didorong oleh industri manufaktur, aktif melakukan studi terkait pengorganisasian dan pengelolaan pekerjaan buruh di pabrik yang bertujuan untuk memaksimalkan pekerja yang ada untuk peningkatan

produktivitas secara keseluruhan, dengan mengatur tugas-tugas yang dilakukan oleh pekerja, melalui kajian gerak dan waktu (*time-motion study*). Hingga kini, praktik yang diwariskan Taylor masih ditemukan di pabrik-pabrik dan juga proyek konstruksi, apalagi setelah pada tahun 1918, Daniel J. Hauer menerjemahkan konsep Taylor dari lantai pabrik ke lokasi proyek konstruksi. Beberapa tokoh lain di Era 1 ini yang pantas untuk disebutkan adalah Henry Gantt yang membuat Gantt Chart serta suami istri Frank dan Lilian Gilberth yang menyarankan kepada pekerja pembangunan rumah untuk melakukan gerakan yang efektif dan efisien untuk pemasangan batu bata.

Dimulai pada tahun 1950-an, terasa bahwa praktik-praktik berdasarkan ilmu manajemen sains pada Era 1 kurang memadai untuk mengelola proyek-proyek pada masa itu yang semakin kompleks sehingga terjadi pembengkakkan biaya dan waktu, di mana tantangannya adalah bagaimana mendapatkan hasil yang lebih dapat diprediksi melalui pengukuran dan pengendalian. Pada Era 2 inilah muncul metoda *Critical Path Method* (CPM), *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan juga *Earned Value Management* (EVM) sebagai dasar ukuran untuk kinerja proyek konstruksi. Pada Era 2 ini telah berkembang banyak ilmu manajemen untuk mendukung pengelolaan proyek, yang juga diadopsi oleh konstruksi seperti: *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), aspek legal, pengadaan, penjadwalan, human resource, penganggaran, manajemen risiko, dan lainnya, yang dinilai lebih memperanyak beban beraitan dengan administrasi proyek. Pada Era 2 ini pula, hal-hal tersebut banyak diajarkan di perguruan tinggi seluruh dunia, dan juga munculnya profesi manajemen konstruksi atau *construction management* (Koskela, 2000; Zabelle, 2024), yang mencoba membantu pemilik dalam pengelolaan proyeknya.



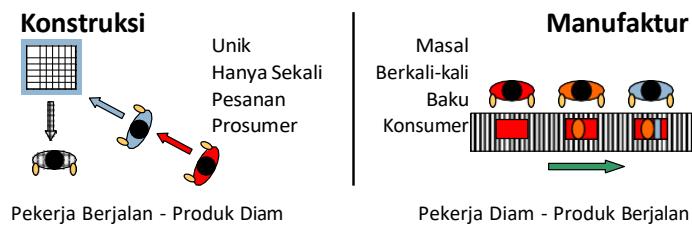
Gambar 1. Era Perkembangan Penyelenggaraan Proyek Konstruksi (Abduh, 2024)

Pada saat ini, dapat dikatakan bahwa praktik manajemen proyek konstruksi sudah terbiasa menggunakan semua perkembangan ilmu pada Era 1 dan Era 2, serta kombinasinya. Namun demikian, praktik ini dapat dikatakan sebagai manajemen proyek konvensional, karena masih memiliki kekurangan mendasar untuk pengelolaan proyek masa kini yang semakin kompleks dan dinamis; dampaknya adalah tidak tepatnya waktu pelaksanaan, membengkaknya biaya, dan juga buruknya kualitas produk konstruksi. Berdasarkan pada kegundahan ini pada awal tahun 1990an Lauri Koskela (1992) mempertanyakan kebutuhan akan paradigma produksi yang baru yang sebaiknya diterapkan untuk penyelenggaraan proyek konstruksi. Dibantu oleh beberapa peneliti lain, mereka mulai mengembangkan pendekatan yang berfokus pada sistem produksi untuk pelaksanaan proyek; dan menamakan inisiatif tersebut sebagai *Lean Construction* atau Konstruksi Ramping. Kelompok ini mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang hilang dalam konstruksi Era 1 dan Era 2, termasuk ukuran dan lokasi penyangga (*buffer*), sumber dan implikasi variabilitas serta kurangnya pengendalian produksi yang efektif. Dengan pendekatan sistem produksi ini penyelenggaraan proyek memasuki Era 3 yang bertujuan untuk profitabilitas.

### Sistem Produksi

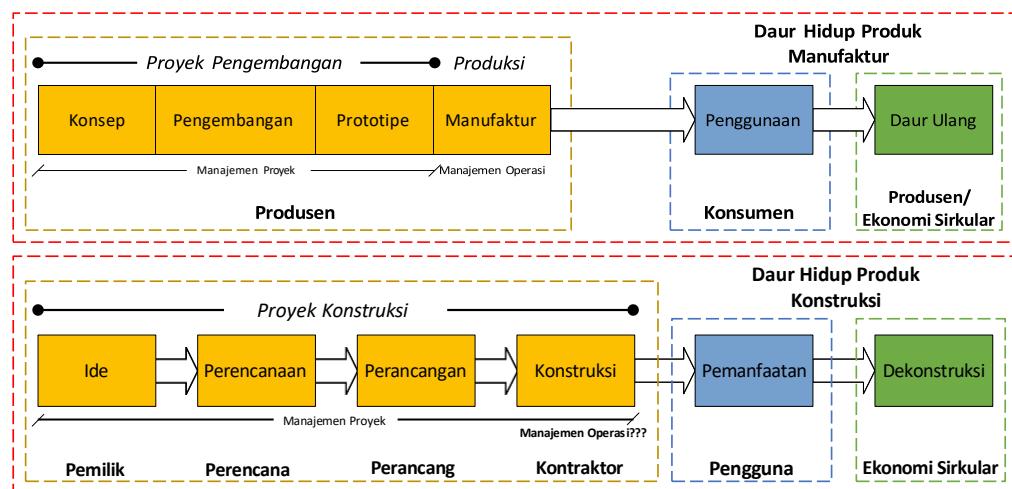
Konstruksi jelas merupakan suatu jenis produksi sebagaimana Koskela (1999) sampaikan saat menetapkan teori produksi dan menunjukkan penggunaannya dalam konstruksi. Ide dasarnya adalah konstruksi itu hendaknya tidak dilihat sebagai transformasi saja tetapi dipahami sebagai suatu aliran karya dan kreasi nilai juga. Definisi umum tentang natur konstruksi dari sudut pandang produksi disebutkan oleh Bertelsen & Koskela (2004) sebagai: “*Construction is complex production of a one-of-a-kind product undertaken mainly at the delivery point by cooperation within a multi-skilled ad-hoc team.*” Jadi, definisi konstruksi di atas setidaknya menunjukkan empat ciri, bahwa konstruksi adalah produksi (*production*) dan menghasilkan produk yang unik (*one-of-a-kind*), juga rumit (*complex*) dan dilakukan melalui kerjasama oleh organisasi sementara (*ad-hoc*).

Meskipun konstruksi dikategorikan sebagai produksi, sebagaimana telah di sampaikan di atas, jika dibandingkan dengan produksi di industri manufaktur, terdapat beberapa perbedaan pokok pada proses produksinya di lapangan jika dibandingkan dengan di lantai produksi (*production line*). Di lantai produksi, suatu kegiatan produksi dilakukan sebagaimana tergambar pada Gambar 2. Dalam hal ini, tenaga kerja akan menunggu pelaksanaan tugas (*task*) yang sangat spesifik untuk setiap individu tenaga kerja, sejalan dengan keberadaan produk setengah jadi (*work in process*, atau WIP) yang datang kepadanya melalui sistem ban berjalan (*conveyor belt*). Setiap tenaga kerja akan memberikan kontribusi penambahan komponen atau kualitas kepada produk akhir.



Gambar 2. Perbandingan karakteristik manufaktur dan konstruksi

Jika dibandingkan antara bagaimana daur hidup produk dari manufaktur dibandingkan dengan produk konstruksi, dengan mengacu pada daur hidup produk dari Eby (2017), maka terlihat bahwa pada prinsipnya, keduanya sama saja (lihat Gambar 3). Pada gambar tersebut, daur hidup produk manufaktur dimulai dengan produsen melakukan pengembangan produk berbasis pendekatan proyek (*project-based activity*), yang bersifat temporal untuk mencapai tujuan tertentu. Kegiatan proyek pengembangan produk tersebut dimulai dengan pendefinisian ide dan juga konsep desainnya, dengan berbagai metode yang telah baku di industri manufaktur. Konsep ini kemudian dikembangkan lebih lanjut atau lebih detil, termasuk kajiannya atau analisisnya, biasanya dengan menggunakan simulasi dan visualisasi. Jika telah telah sesuai, maka akan dibuat prototipenya sehingga kepastian rancangan, perilaku dan kinerja sudah dapat diprediksi dan diyakinkan. Jika semuanya memuaskan, maka prototipe ini akan dibawa ke tahapan manufaktur di lantai kerja, diproduksi dalam jumlah banyak sesuai dengan rencana bisnis yang telah ditargetkan. Tahapan manufaktur ini disebut sebagai tahap produksi, yang sifatnya berulang, karena sudah merupakan bagian dari operasi (*operation-based activity*) produsen tersebut dan dilakukan dalam jumlah yang banyak. Ilmu yang digunakan untuk mengelola proyek pengembangan disebut sebagai manajemen proyek (MP), sedangkan ilmu yang digunakan untuk mengelola produksi disebut sebagai manajemen operasi (MO). Terlihat di sini, MP digunakan untuk satu kali proyek pengembangan, sedangkan MO digunakan untuk beberapa kali produksi (berulang). Produk yang dihasilkan nantinya akan didistribusikan ke konsumen untuk digunakan, dan jika umur layannya sudah habis, maka akan di daur ulang oleh produsen itu sendiri atau oleh pihak ketiga yang mengelola sirkular ekonomi.



Gambar 3. Daur hidup produk manufaktur dan konstruksi

Pada Gambar 3 tersebut terlihat secara umum daur hidup produk konstruksi mirip dengan daur hidup produk manufaktur, dengan beberapa perbedaan untuk diperhatikan, yaitu:

1. Pada tahapan sebelum pemanfaatan produk konstruksi oleh pengguna, di manufaktur disebut sebagai penggunaan oleh konsumen, pihak yang terlibat banyak sekali dibandingkan pada manufaktur yang hanya satu (produsen); terdapat setidaknya 4 pihak: pemilik, perencana, perancang, dan kontraktor.

2. Pada tahapan sebelum pemanfaatan produk konstruksi oleh pengguna, tahapannya terpisah-pisah (*segmented*), tidak seperti pada manufaktur yang menerus dan terintegrasi, terlihat dengan tidak adanya panah penghubung satu tahap dengan tahap selanjutnya.
3. Pendekatan proyek pada konstruksi meliputi semua tahap dari ide, perencanaan, perancangan, dan konstruksi (produksi), sedangkan pada manufaktur, pendekatan proyek tidak termasuk tahap manufaktur (produksi).
4. Ilmu MP digunakan pada setiap tahapan, termasuk tahap konstruksi (produksi), tidak seperti pada manufaktur, MP hanya diterapkan pada saat proyek pengembangan, dan saat produksi digunakan ilmu MO; Pada konstruksi, ilmu MO tidak terlihat nyata penerapannya pada tahap konstruksi (produksi).

Terkait perbedaan terakhir di atas, jika diperhatikan hierarki konstruksi pada Gambar 4 berikut, yang meliputi lingkup mikro, meso, dan makro, yang sifatnya agregatif dari mikro ke makro berdasarkan hierarki dari Halpin & Riggs (1992), Ballard (1999), dan Ballard & Tommelein (2021), maka terlihat bahwa tingkat operasi yang berulang pada konstruksi ada pada lingkup mikro dan dengan demikian penting bagi konstruksi untuk melakukan pengelolaan pada tingkat operasi bukan hanya pengelolaan proyek.



Gambar 4. Hierarki lingkup pekerjaan konstruksi dan lingkup manajemen

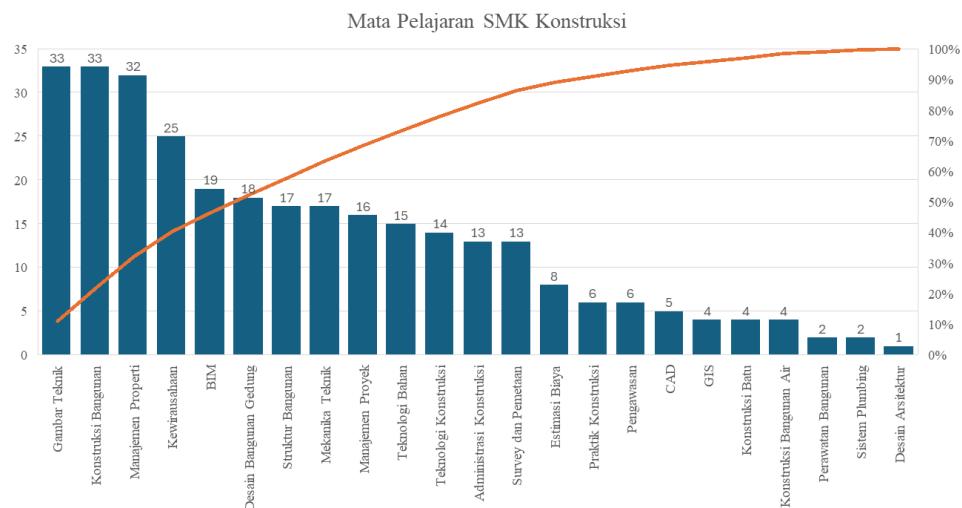
#### 4. PENDIDIKAN SEKTOR KONSTRUKSI DI INDONESIA

Sebagai gambaran seperti apa pendidikan sektor konstruksi di Indonesia, dari kaca mata Pendidikan Teknik Sipil dan pengembangannya disiplin ilmu tersebut, pada bagian ini disampaikan kondisinya mulai dari pendidikan sekolah menengah kejuruan (SMK) untuk Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (KKNI) tingkat 1-3 untuk tenaga kerja operator, kemudian pendidikan tinggi vokasi atau politeknik untuk KKNI tingkat 4-6 untuk tenaga kerja teknisi, serta pendidikan tinggi teknik untuk KKNI tingkat 7-9 untuk tenaga ahli.

##### Sekolah Menengah Kejuruan

Berdasarkan Keputusan Kepala BSKAP Nomor 024/H/KR/2022, di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), terdapat 10 bidang keahlian yang dapat dipilih, salah satunya yang berkaitan dengan sektor konstruksi adalah Teknologi Konstruksi dan Bangunan (TKB). Dalam bidang keahlian ini terdapat 5 program keahlian yaitu: 1. Teknik Perawatan Gedung; 2. Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil; 3. Teknik Konstruksi dan Perumahan; 4. Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan; 5. Teknik Furnitur. Dari segi distribusi siswa SMK yang mengambil bidang TKB terlihat seperti pada gambar berikut. Paling banyak di pulau Jawa (Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan DIY) sebesar 54,5% dari siswa SMK bidang TKB. Namun, jika dilihat secara keseluruhan jumlah siswa yang mengambil bidang keahlian TKB ini tidak banyak, hanya 1,69% atau 85.792 siswa dari jumlah total 5 juta siswa SMK seluruh Indonesia, dengan yang persetase terbanyak dari SMK negeri sebesar 3,22% sedangkan SMK swasta menyumbang hanya 0,28% yang menunjukkan sedikitnya SMK yang membuka bidang ini dan daya tarik siswa kepada bidang TKB ini.

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari 54 SMK di Indonesia, dengan distribusi Sumatera (17), Jawa (13), Kalimantan (7), Sulawesi (7), Bali (6), dan Papua (4), mata pelajaran yang banyak diajarkan di SMK dengan bidang TKB tersebut adalah gambar teknik, konstruksi bangunan, manajemen properti, dan kewirausahaan (Gambar 5).



Gambar 5. Mata Pelajaran di Bidang TKB di 54 SMK di Indonesia

### Pendidikan Tinggi Vokasi

Berdasarkan pada PD Diktik, jumlah total politeknik di Indonesia adalah 362, terdiri dari Politeknik negeri 44, dan swasta 318. Sebanyak 50% lebih berada di Pulau Jawa, terutama Jawa Barat sebanyak 61 Politeknik. Data yang diperoleh dari 29 Politeknik yang membuka program studi terkait sektor konstruksi, maka dapat dipetakan beragam program, fokus, dan mata kuliah sebagaimana terlihat pada Table 3. Jika dilihat dari tabel tersebut, kebanyakan fokus kepada ketekniksipilan, tetapi sudah ada yang khusus fokus ke manajemen konstruksi kurang lebih ada 11 politeknik pada jenjang D4. Berdasarkan pengkategorian mata kuliahnya berdasarkan ranah desain, eksekusi, supervisi dan manajemen maka dapat dikatakan hampir seluruh politeknik terkait ketekniksipila tersebut menekankan ranah eksekusi di lapangan dan supervisi. Selain itu ada juga hampir setengahnya menekankan ranah desain, namun terkait ranah manajemen masih sedikit.

Adapun program D4 manajemen konstruksi malayani mata kuliah standar manajemen konstruksi seperti di Program Studi Teknik Sipil. Beberapa mata kuliah tersebut adalah: Manajemen Proyek; Estimasi Biaya & Penjadwalan; Audit & Pengendalian Proyek; Hukum Kontrak & Etika; Teknologi Bangunan/Gedung; BIM (4D/5D); K3 & Manajemen Risiko; Ekonomi Konstruksi; Praktik Lapangan & Tugas Akhir. Beberapa mata kuliah berkaitan dengan pengetahuan dasar teknik sipil juga diberikan pada program D4 manajemen konstruksi ini, seperti: Mekanika Teknik; Mekanika Tanah; Mekanika Fluida & Hidrolik; Teknologi Bahan; Struktur Beton; Struktur Baja; Pengukuran Tanah & Pemetaan; Praktik Kerja Kayu/Baja/Beton; dan lain-lain.

Tabel 3. Program D3 dan D4 terkait Konstruksi di Pendidikan Tinggi Vokasi (Politeknik)

Program Studi	Fokus	Mata Kuliah Inti
D-III Teknik Sipil	Perencanaan, pelaksanaan, & pengawasan konstruksi gedung, jalan, jembatan; orientasi teknis-lapangan.	Gambar Teknik & AutoCAD; Mekanika Teknik; Mekanika Tanah; Mekanika Fluida & Hidrolik; Teknologi Bahan; Struktur Beton; Struktur Baja; Pengukuran Tanah & Pemetaan; Praktik Kerja Kayu/Baja/Beton; Manajemen Konstruksi; Estimasi; Penjadwalan; K3
D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi	Manajemen proyek konstruksi (gedung, jalan, jembatan, infrastruktur); tata kelola proyek, biaya-waktu-mutu-risiko, kontrak.	Manajemen Proyek; Estimasi Biaya & Penjadwalan; Audit & Pengendalian Proyek; Hukum Kontrak & Etika; Teknologi Bangunan/Gedung; Struktur (lanjutan untuk konteks manajerial); BIM (4D/5D); K3 & Manajemen Risiko; Ekonomi Konstruksi; Praktik Lapangan & Tugas Akhir
D-IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan & Jembatan	Perencanaan & desain geometri jalan, perkerasan, struktur jembatan; konstruksi & pengawasan transportasi; integrasi GIS/BIM.	Gambar Teknik (Dasar-Terapan); Ilmu Ukur Tanah & Pemetaan Topografi; Mekanika Rekayasa; Mekanika Tanah; Teknologi Bahan & Lab Uji; Geometrik & Drainase Jalan; Perkerasan Jalan; Struktur Beton & Baja; Rekayasa Pondasi Jembatan; Hidrologi & Transportasi; GIS; Estimasi & Penjadwalan Proyek; Studio Perancangan Jalan-Jembatan; Magang & Skripsi/Proyek Akhir

D-IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung	Perencanaan & metode konstruksi gedung; rekayasa struktur gedung & gempa; manajemen konstruksi berbasis BIM.	Mekanika Struktur; Ilmu Ukur Tanah; Teknologi Beton; Struktur Kayu/Baja; Metode Konstruksi Gedung; K3 & Hukum Pranata Pembangunan; Manajemen Konstruksi (BIM 4D/5D); Estimasi Biaya & Ekonomi Teknik; Perencanaan Struktur Gedung & Rekayasa Gempa; Magang & Proyek Akhir
D-IV Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan	Perencanaan & pengelolaan infrastruktur kota: jalan lingkungan, drainase, air bersih, sanitasi, ruang publik; manajemen proyek & data spasial.	Perencanaan Tata Ruang & Kawasan; Drainase Perkotaan & Pengendalian Banjir; Sistem Air Minum & Sanitasi; Jalan Perkotaan & Transportasi; Manajemen Aset Infrastruktur; BIM/GIS untuk kota; Hukum & Kebijakan Infrastruktur; Manajemen Proyek; Studio Perancangan Kawasan; Magang & TA

### Pendidikan Tinggi Teknik

Berdasarkan BMPTSSI (2023), jumlah program studi teknik sipil di Indonesia yang menjadi bagian dari organisasi ini sebanyak 355 perguruan tinggi. Berdasarkan PDDikt, terdaftar 230 program studi sarjana teknik Sipil, 90 program studi magister teknik sipil, dan 15 program studi doktor teknik sipil (PDDikt, 2025). Sudah umum di Indonesia, bidang manajemen konstruksi merupakan bagian dari pendidikan teknik sipil dalam bentuk pengutamaan atau sub-jurusan atau kelompok keahlian, atau hanya sekedar mata kuliah terkait.

Pada jenjang Sarjana, topik-topik terkait manajemen konstruksi diterapkan pada mata kuliah pengenalan dan penjurusan atau pengutamaan yang dikaitkan dengan tugas akhirnya, dan banyak dalam bentuk kuliah pilihan. Prodi Sarjana Teknik Sipil ditujukan untuk menghasilkan designer, merancang produk, tetapi kurang merancang proses konstruksi. Mata kuliah terkait dengan manajemen dan rekayasa konstruksi di Prodi Sarjana Teknik Sipil berbasis pada pendekatan konversi, belum ada yang berkaitan dengan produksi, hanya metode konstruksi (terkotak-kotak per metode) dan manajemen proyek konstruksi, bukan sistem produksi. Diambil dari 26 contoh kurikulum Prodi Sarjana Teknik Sipil, beberapa mata kuliah terkait manajemen konstruksi disampaikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Mata Kuliah Manajemen Konstruksi di Prodi Sarjana Teknik Sipil

Mata Kuliah		
1	Manajemen konstruksi/proyek	13 Sistem Rekayasa
2	Penjadwalan dan Pengendalian Proyek	14 Manajemen Alat Berat
3	Metode konstruksi	15 Teknologi Informasi Konstruksi & BIM
4	Estimasi Biaya	16 Kontrak dan Pengadaan Proyek
5	Ekonomi Teknik	17 Studi Kelayakan Proyek
6	Etika Profesi dan Aspek Hukum	18 Inovasi dan Optimasi Proyek
7	Menggambar Teknik	19 Penilaian Properti
8	Manajemen Risiko	20 Manajemen Mutu
9	Manajemen Infrastruktur	21 Kewirausahaan & Bisnis Konstruksi
10	Keselamatan & Kesehatan Kerja	22 Teknologi atau Rekayasa Konstruksi
11	Struktur Sementara	23 Pembongkaran Konstruksi
12	Penelitian Operasional	

Prodi Magister Teknik Sipil menawarkan pengkhususan dalam bidang manajemen dan rekayasa konstruksi dalam bentuk peminatan seperti: Manajemen Proyek, Manajemen Konstruksi, Manajemen Proyek Konstruksi, Manajemen Infrastruktur, Konstruksi dan Manajemen Infrastruktur, dan Rekayasa & Manajemen Proyek Konstruksi. Sebagian besar masih berbasis riset akademik dan belum banyak yang membahas terkait dengan produksi konstruksi, lebih kepada manajemen proyek atau manajemen perusahaan konstruksi sebagaimana terlihat di Tabel 5 yang diambil dari 5 PTN-BH. Ada pun program doktor teknik sipil melayani penelitian akademik tingkat doktoral untuk berbagai bidang termasuk manajemen konstruksi bergantung kepada ketersedian fasilitas dan sumber daya ke-15 program doktor Teknik Sipil yang ada di Indonesia.

### Perkembangan Pendidikan Sektor Konstruksi di Luar Negeri

Berbeda dengan di Indonesia, untuk pendidikan terkait sektor konstruksi, pada beberapa universitas di luar negeri sudah banyak dikembangkan program studi sarjana khusus manajemen konstruksi, selain menjadi bagian dari mata kuliah di program sarjana teknik sipil. Hal ini dilakukan karena memang sesuai dengan kebutuhan profesi di pasar kerjanya, yang mana biasanya lulusan program sarjana manajemen konstruksi ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan sumber daya di perusahaan pelaksana konstruksi, atau kontraktor, bukan di perusahaan perancangan. Di negara Amerika Serikat seperti di *Purdue University, Virginia Tech, Arizona State University, Texas A&M University, and University of Florida*. Di beberapa negara Eropa program seperti ini sudah banyak juga, seperti di

Inggris, Belanda, dan Perancis. Di Asia sudah ada juga beberapa di Hong Kong dan China. Demikian pula di Australia seperti di *University of New South Wales*, *University of Technology Sydney*, *Curtin University*, dll.

Pada program sarjana manajemen konstruksi tersebut menyediakan mata kuliah terkait dengan mata kuliah dasar kerekayasaan, sains, manajemen proyek dan konstruksi, teknologi dan metoda konstruksi, aspek hukum dan kontrak, keselamatan dan keberlanjutan, manajemen bisnis dan kepemimpinan, serta praktik dan proyek akhir. Yang patut dicatat di sini, telah banyak program sarjana manajemen konstruksi ini yang menyediakan mata kuliah terkait dengan *lean construction*, teknologi digital, dan keberlanjutan. Kerja praktik dalam bentuk magang dan kuliah lapangan merupakan kunci dari program ini, sehingga dilakukan dengan sangat terstruktur dan berkelanjutan hingga proses rekrutmen lulusan oleh tempat magangnya. Salah satu keunggulan lainnya adalah program tersebut juga sudah mengakomodasi multidisiplin, seperti dengan memperkenalkan pengenalan disiplin ilmu arsitektur, mekanikal dan elektrikal yang banyak mendukung sebuah bangunan baik gedung, industrial, maupun infrastruktur.

Tabel 5. Mata Kuliah Magister Teknik Sipil Pengutamaan Manajemen Konstruksi

Perguruan Tinggi	Peminatan	Contoh Mata Kuliah Inti
<b>Universitas Indonesia</b>	Manajemen Proyek; Manajemen Konstruksi	Investasi Proyek & Keuangan; Manajemen SDM & Komunikasi Proyek; Keselamatan Konstruksi; Ekonomi Konstruksi
<b>Institut Teknologi Bandung</b>	Konstruksi & Manajemen Infrastruktur	Ekonomi Konstruksi & Pendanaan Infrastruktur; Pengadaan & Manajemen Kontrak; Sistem Manajemen Aset Infrastruktur; Manajemen Operasi Konstruksi
<b>Universitas Diponegoro</b>	Manajemen Konstruksi	Manajemen Proyek Konstruksi; Inovasi Metode & Produktivitas; Manajemen Operasi & Pemeliharaan; Manajemen Kontrak & Aspek Legal; Manajemen Risiko; Pembiayaan Infrastruktur
<b>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</b>	Manajemen Proyek Konstruksi	Manajemen Proyek, Manajemen Risiko, Hukum Kontrak, Pengendalian Proyek
<b>Universitas Gadjah Mada</b>	Manajemen Proyek Konstruksi	Aspek Hukum Konstruksi; Perencanaan & Monitoring Proyek; Metode Konstruksi & Alat Berat; Manajemen Risiko; Biaya Proyek; Siklus Proyek; Pembiayaan Infrastruktur.

## 5. ARAH PENGEMBANGAN PENDIDIKAN KONSTRUKSI INDONESIA

Hasil kajian literatur terkait dengan kebutuhan pada masa yang akan datang, serta kurikulum pendidikan saat ini beserta benchmark kepada pendidikan sarjana terkait manajemen konstruksi di luar negeri ini disampaikan pada acara Forum Akademik Konstruksi Ramping, yang diadakan pada kegiatan Seminar IAMKRI 2025 pada tanggal 10 September 2025 di Hotel Bidakara yang lalu. Jumlah yang hadir adalah 34 orang, dengan distribusi 24 orang merupakan perwakilan perguruan tinggi, seperti ITB, UGM, ITS, Undip, Universitas Sriwijaya, UNJ, Binus, Universitas Trisakti, UK Maranatha, Universitas Adzkia, dan Politeknik PU, dan sisanya 10 orang dari praktisi. Adapun beberapa temuan dan hasil diskusi pada forum tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan saat ini dan pada masa yang akan datang berupa 5 tema utama, yaitu: transformasi digital & inovasi teknologi, *lean construction* & IPD, keberlanjutan & *circular economy*, manajemen risiko, keselamatan & resiliensi, serta soft skills, kepemimpinan & manajemen perubahan.
2. Pada tingkat sekolah menengah kejuruan, yaitu bidang Teknologi Konstruksi dan Bangunan (TKB), telah dikembangkan mata pelajaran terkait dengan BIM yang ditujukan sebagai keahlian operator, manajemen bisnis yang terkait dengan risiko dan kepemimpinan, serta keselemanan kerja. Namun demikian yang terkait dengan tema *lean construction* masih berupa metode kerja dengan cara pandang yang masih konvensional. Perlu dicatat juga bahwa jumlah siswa SMK TKB ini masih kecil jumlahnya, demikian juga jumlah SMK yang menyelenggarakan bidang kompetensi TKB masih sedikit dan tidak tersebar merata di seluruh Indonesia.
3. Pada tingkat pendidikan tinggi vokasi (Politeknik), yang terkait dengan Teknik Sipil, lebih banyak pemberian pada ranah pelaksanaan dan supervisi, dan perancangan. Adapun ranah manajemen masih sedikit yang menyelenggarakannya. Terdapat program D4 khusus manajemen konstruksi di 11 politeknik yang sudah mencoba mengakomodasi tema digitalisasi konstruksi (BIM), keberlanjutan, keselemanan dan manajemen risiko, serta kepemimpinan dalam bisnis. Namun, demikian untuk tema terkait dengan lean construction, berupa metode pelaksanaan konstruksi, masih menggunakan pendekatan konvensional, yaitu berbasis manajemen proyek.
4. Pada tingkat pendidikan tinggi teknik (Teknik Sipil), program sarjana, substansi terkait dengan manajemen konstruksi sudah banyak diberikan, tetapi melalui jalur khusus atau subjurusan atau merupakan peminatan terkait dengan tugas akhirnya, dan kebanyakan dalam bentuk kuliah pilihan sehingga tidak semua lulusan teknik sipil memiliki kompetensi yang sama, ini terkait dengan keterbatasan SKS untuk program studi

sarjana teknik sipil. Pada program magister, telah banyak program teknik sipil yang memiliki pengutamaan manajemen konstruksi dengan beban SKS penuh. Sebagaimana pada SMK dan juga Politeknik, pada program sarjana dan juga magister Teknik Sipil, 4 tema utama telah diperkenalkan dalam kurikulumnya, namun khusus tema lean construction, masih berupa metode pelaksanaan konstruksi dengan pendekatan konvensional.

5. Semua pendidikan sektor konstruksi tersebut lebih condong ke bidang ilmu teknik sipil, sehingga bidang ilmu lain yang dibutuhkan tidak diperkenalkan, seperti arsitektur, mekanikal, dan elektrikal yang sangat dibutuhkan pemahaman dasarnya untuk bangunan gedung, industrial, dan juga infrastruktur.

Berdasarkan pada hasil kajian di atas dan juga kebutuhan akan kompetensi terkait sistem produksi (Hainonen, 2025), maka diusulkan arah pengembangan pendidikan sektor konstruksi seperti pada Tabel 6 berdasarkan tingkat pendidikan dan kompetensi yang bersifat akumulasi dari tingkat paling bawah, yaitu SMK, hingga tingkat paling tinggi, yaitu magister. Usulan pengembangan kompetensi tersebut merupakan tambahan terhadap pengembangan kompetensi substansi yang terkait dengan 5 tema utama kompetensi yang dibutuhkan pendidikan sektor konstruksi.

Tabel 6. Usulan Arah Pengembangan Pendidikan Sektor Konstruksi di Indonesia

<b>Tingkat Pendidikan</b>	<b>Program</b>	<b>Usulan Pengembangan Kompetensi</b>
<b>SMK</b>	Teknologi Konstruksi dan Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepemimpinan dan kerjasama</li> <li>• Merencanakan berbasis data</li> <li>• Kemandirian dalam pengambilan keputusan</li> </ul>
<b>Politeknik</b>	Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepemimpinan dan kerjasama dalam keragaman</li> <li>• Pengetahuan dan praktik dasar produksi konstruksi</li> <li>• Pengelolaan risiko</li> </ul>
	Manajemen Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kepemimpinan dan kerjasama dalam keragaman dan multidisiplin</li> <li>• Pengetahuan dan praktik produksi komponen konstruksi, yaitu pekerjaan sipil, arsitektur, mekanikal, elektrikal)</li> <li>• Pengelolaan risiko</li> </ul>
<b>Sarjana</b>	Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komunikasi yang efektif</li> <li>• Pengetahuan sains operasi dasar dan perancangan proses</li> <li>• Kolaborasi dalam perancangan</li> </ul>
	Manajemen Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komunikasi yang efektif dengan berbagai disiplin ilmu</li> <li>• Pengetahuan dasar disiplin ilmu terkait (sipil, arsitektur, mekanikal, elektrikal)</li> <li>• Pengetahuan dan praktik sains operasi</li> <li>• Pengelolaan perubahan</li> </ul>
<b>Magister</b>	Teknik Sipil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komunikasi yang efektif dengan berbagai disiplin ilmu</li> <li>• Pengetahuan sains operasi dan penyelenggaraan proyek kolaboratif</li> <li>• Kepemimpinan dalam kolaborasi</li> </ul>

Catatan: Validasi akan dilaksanakan pada kegiatan Forum Akademik Konstruksi Ramping bulan November 2025.

## 6. PENUTUP

Usulan pengembangan kompetensi sektor konstruksi dengan berbasis pada paradigma sistem produksi di atas merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pengembangan kompetensi sektor konstruksi secara substansi dalam 5 tema utama, yaitu: Keberlanjutan dan Ekonomi Sirkular, Penyelenggaraan Proyek dan Sistem Produksi, Digitalisasi dan Inovasi Teknologi, Pengelolaan Risiko, Keselamatan dan Resiliensi, dan Kepemimpinan Kolaborasi dan Perubahan. Usulan tersebut masih dalam ranah pendidikan formal, yang tentunya harus dapat diterapkan juga pada pendidikan non-formal untuk mendukung pengembangan profesi yang berkelanjutan. Strategi pendidikan di sektor konstruksi selanjutnya tidak diarahkan untuk menghasilkan karya penelitian, tetapi diarahkan kepada penerapan. Dengan demikian, penelitian di sektor konstruksi sebaiknya mulai diarahkan untuk dilakukan pada jenjang pendidikan magister dan tentunya juga jenjang doktoral. Meskipun demikian, sudah mulai dapat coba diterapkan penelitian magister dan juga doktor yang lebih membumi terhadap kebutuhan di lapangan atau berbasis validasi terhadap praktik yang ada di lapangan. Hal ini yang akan menjadi penggerak interaksi positif antara industri dan akademisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. (2019). Advancing Construction Engineering and Management. Construction+: Bringing the Building and Design Industry to You, December 2019, Issue 15, p. 22-26, PT BCI Asia, Jakarta.  
<https://www.constructionplusasia.com/id/advancing-the-construction-engineering-and-management-in-indonesia/> (8 Januari 2020)
- Abduh, M. (2024). Manajemen Operasi Konstruksi untuk Peningkatan Kinerja Proyek Konstruksi di Indonesia. FGB ITB. ITB Press. ISBN: 978-623-297-418-0, e-ISBN: 978-623-297-419-7 (PDF).  
[https://www.itbpress.id/orasi-ilmiah/#flipbook-df\\_18718/1/](https://www.itbpress.id/orasi-ilmiah/#flipbook-df_18718/1)
- Abduh, M., Pribadi, K.S., Soemardi, B.W., & Chan, T.K. (2022). Education, Training and Certification. Construction in Indonesia: Looking Back and Moving Forward, Edited by Toong-Khuan Chan, Krishna Suryanto Pribadi, 2022, Routledge, ISBN 9780367712174
- Abduh, M., Soemardi, B.W., & Suraji, A. (2020). Kinerja Jasa Konstruksi Indonesia. Buku 20 Tahun LPJK: Konstruksi Indonesia 2001-2020, 18 halaman, Editor Biemo W. Soemardi, Krishna S. Pribadi, dan Edi Warsidi, ISBN 978-623-297-094-6, ITB Press, 20 Desember 2020.
- Attia, A. R. (2025). The impact of integrating artificial intelligence and Building Information Modeling (BIM) systems on the development of construction methodologies. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture. <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00193-2>
- Ballard, G. & Tommelein, I.D. (2021). 2020 Current Process Benchmark for the Last Planner System of Project Planning and Control. Technical Report, Project Production Systems Laboratory (P2SL), University of California, Berkeley, California, USA.  
[https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/10/Ballard\\_Tommelein-2016-Current-Process-Benchmark-for-the-Last-Planner-System.pdf](https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/10/Ballard_Tommelein-2016-Current-Process-Benchmark-for-the-Last-Planner-System.pdf) (diakses 8 Februari 2024).
- Ballard, G. (1999). Work structuring. LCI. White paper 5.  
<https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W005-Ballard-1999-Work-Structuring-Powerpoint-on-LCI-White-Paper-5.pdf> (diakses 8 Februari 2024).
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M.J., Sridhar, M., Parsons, M., Betram, N., & Brown, S. (2017). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. McKinsey Global Institute. McKinsey & Company.
- Bertelsen, S. & Koskela, L. U. (2004). Construction Beyond Lean: A New Understanding of Construction Management. Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Bidhendi, A., Poshdar, M., Jelodar, M.b., Hamzeh, F. (2025). Enabling Lean Construction 4.0 through human-centric digital transformation: organisational leadership insights. Engineering, Construction and Architectural Management 2025; <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2025-0388>
- BMPTTSSI. (2025). Indeks Anggota. BMPTTSSI. <https://bmpttssi.net>
- Brian H.W. Guo, B.H.W., Zou, Y., Fang, Y., Goh, Y.M., Zou, P.X.W. (2021). Computer vision technologies for safety science and management in construction: A critical review and future research directions, Safety Science, Volume 135, 2021, 105130, ISSN 0925-7535, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105130>.
- Brissi, S.G., Chong, O.W., Debs, L., Zhang, J. (2022). A review on the interactions of robotic systems and lean principles in offsite construction. Engineering, Construction and Architectural Management 10 February 2022; 29 (1): 383–406. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2020-0809>
- Chen, L., Huang, L., Hua, J. et al. Green construction for low-carbon cities: a review. Environ Chem Lett 21, 1627– 1657 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01544-4>
- Graveline, M.H., Germain, D. Disaster Risk Resilience: Conceptual Evolution, Key Issues, and Opportunities. Int J Disaster Risk Sci 13, 330–341 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13753-022-00419-0>
- Halpin, D.W. & Riggs, L.S. (1992). Planning and Analysis of Construction Operations. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-55510-0.
- Hanushek, E.A., & Woessmann, L. (2021). Education and Economic Growth. Economics and Finance. Oxford Research Encyclopedias. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190625979.013.651> Online: 31 August 2021
- Heinonen, A. (2025). Best Practices of Applying Takt in Construction in Europe. The 6<sup>th</sup> Lean Construction in the Field Conference, Lean Construction Blog, 7-10 Oktober 2025, San Francisco, USA.
- Iddrisu, I., Mohammed, B. Exploring the Impact of Leadership Styles on Organizational Effectiveness: the Mediating Role of Employee Motivation and Engagement. Public Organiz Rev (2025). <https://doi.org/10.1007/s11115-025-00845-w>
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. CIFE Technical Report Vol.

- 72 <https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>
- Koskela, L. (1999). Management of Production in Construction: A Theoretical View, Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction: Dissertation. [Dissertation, Aalto University]. VTT Technical Research Centre of Finland. <https://publications.vtt.fi/pdf/publications/2000/P408.pdf>
- Kumar, V., Rewari, M. (2022). A Responsible Approach to Higher Education Curriculum Design. International Journal of Educational Reform, 31(4), 422-441. <https://doi.org/10.1177/10567879221110509>
- Liu, G., Ma, Z., Li, J., Li, S. Zhou, X., Song, Y. (2024). Framework of Digital Lean Construction and Implementation of Its Management Platform for the Construction Phase. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 150, Issue 6, <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-14164>
- Madubuike, Obinna & Anumba, Chimay & Khallaf, Rana. (2022). A review of digital twin applications in construction. Journal of Information Technology in Construction. 27. 145-172. 10.36680/j.itcon.2022.008.
- Marin-Zapata, S. I., et al. (2022). Soft skills, do we know what we are talking about? Review of Managerial Science, 16, 969–1000. <https://doi.org/10.1007/s11846-021-00474-9>
- MRK (2007). Kilas Balik dan Tatatapan ke Depan Pendidikan Manajemen dan Rekayasa Konstruksi di Indonesia. Konstruksi: Industri, Pengelolaan dan Rekayasa. Penerbit ITB.
- Muss, C., Tüxen, D. & Fürstenau, B. Empathy in leadership: a systematic literature review on the effects of empathetic leaders in organizations. Manag Rev Q (2025). <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00472-7>
- Myint, N.N., Shafique, M, Zhou, M., Zheng, Z. (2025). Net zero carbon buildings: A review on recent advances, knowledge gaps and research directions, Case Studies in Construction Materials, Volume 22, 2025, e04200, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e04200>
- Pan, Y., & Zhang, L. (2023). Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions. Archives of Computational Methods in Engineering, 30, 1081–1110. <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09830-8>
- PDDikti. (2025). Pangkalan Data Pendidikan Tinggi. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi. <https://pddikti.kemdiktisaintek.go.id/program-studi>
- Shenoy, R., & Zabelle, T. R. (2016). New Era of Project Delivery – Project as Production System. Journal of Project Production Management, 1 (1), 13-24
- Sparrevik, M., de Boer, L., Michelsen, O. et al. Circular economy in the construction sector: advancing environmental performance through systemic and holistic thinking. Environ Syst Decis 41, 392–400 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10669-021-09803-5>
- Zabelle, T.R. (2024). Built to Fail: Why Construction Projects Take so Long, Cost too Much, and How to Fix It. Forbes Books, Charleston, Sout Carolina, USA. ISBN: 979-8-88750-158-1.
- Zhao, J., Du, X., Guo, H. et al. Risk management and its relationship with innovative construction technologies with a focus on building safety. Int J Syst Assur Eng Manag 15, 4050–4068 (2024). <https://doi.org/10.1007/s13198-024-02410-y>