

## SOSIALISASI KONSTRUKSI RAMPING PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN TOL SEMARANG-DEMAK 1B

Ferry Hermawan<sup>1</sup>, Jati Utomo Dwi Hatmoko<sup>1</sup>, Arif Hidayat<sup>1</sup>, Himawan Indarto<sup>1</sup>, Moch. Agung Wibowo<sup>1</sup>, Yahya Hukama Javierdianto<sup>1</sup>, Iswanto Amperawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang, Semarang 50275.

E-mail: ferry.hermawan@live.undip.ac.id

### Abstrak

Tujuan dari pengabdian masyarakat ini adalah untuk mempromosikan prinsip konstruksi ramping pada proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi limbah. Mahasiswa dan praktisi proyek melakukan simulasi model VILLEGO selama kegiatan ini. Metode pelaksanaan termasuk pengenalan konsep Last Planner System (LPS), permainan Pull Production System, dan simulasi Villego. Hasilnya menunjukkan bahwa peserta lebih memahami LPS dan lebih efisien dalam produksi. Dalam simulasi Villego, peserta berhasil menyelesaikan enam siklus dari delapan yang direncanakan, dan hasil evaluasi Percent Plan Complete (PPC) menunjukkan peningkatan efisiensi dan pengurangan limbah. Hasilnya menunjukkan bahwa menerapkan prinsip konstruksi ramping dapat meningkatkan manajemen proyek dan mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan, terutama bagi para praktisi proyek yang bekerja di lokasi kegiatan. Kerangka kerja yang efektif untuk simulasi konstruksi ramping membantu meningkatkan produktivitas, mengurangi keterlambatan proyek, dan mendorong kerja sama tim dan optimalisasi sumber daya. Potensi LPS dalam berbagai konteks konstruksi akan ditingkatkan melalui pengembangan dan aplikasi praktis.

**Kata kunci:** simulasi, konstruksi ramping, proyek, jalan tol

## 1. PENDAHULUAN

Objek dari pengabdian kepada masyarakat ini terletak di proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B. Gambar lokasi pada proyek pada pengabdian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengabdian Masyarakat

Kementerian PUPR, melalui Dirjen Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – D.I. Yogyakarta, memiliki proyek Tol Semarang-Demak Paket 1B, yang mencakup pemasangan pondasi konstruksi pancang bambu sepanjang 6,7 km di bagian utara Kota Semarang. PT. Cipta Strada, PT. Winsolusi Konsultan, PT. Indec Internusa, PT. Perentjana Djaja, dan PT. Aria Jasa Reksatama, JO. PT Wijaya Karya (Persero) adalah kontraktor pelaksana didirikan dengan tujuan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi nasional melalui ekonomi terarah, menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 64 Tahun 1961. Ketika didirikan, WIKA hanya melakukan instalasi pipa listrik dan air sebagai bisnis, tetapi pada tahun 1970-an berubah menjadi perusahaan kontraktor sipil dan bangunan. WIKA melepas 28,46 persen sahamnya kepada publik melalui Penawaran Umum Perdana Saham (IPO) di Bursa Efek Indonesia pada tanggal 27 Oktober 2007. Pemerintah Republik Indonesia memiliki sisanya. WIKA lebih fleksibel dalam pertumbuhan dan

perkembangannya berkat dana IPO.(About Us: Information about WIKA) WIKA percaya bahwa Visi dan Misi 2030 akan aktualisasi dan harmonisasi prinsip-prinsipnya (*people, planet, and profit*) dengan tetap sejalan dengan tujuan pembaharuan

Prinsip konstruksi ramping telah mendapatkan daya tarik yang signifikan dalam pengelolaan proyek jalan tol, terutama dalam meningkatkan efisiensi, mengurangi limbah, dan meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan. Penerapan alat manajemen ramping, seperti *Last Planner System* (LPS), *Just-in-Time* (JIT), dan *Visual Management* (VM), telah terbukti berkorelasi positif dengan efisiensi proyek dalam konstruksi jalan raya. Misalnya, studi Berawi et al. (2023) menyoroti efektivitas alat-alat ini dalam meningkatkan hasil proyek dalam proyek jalan tol di negara berkembang, menunjukkan hubungan yang jelas antara praktik lean dan metrik kinerja yang ditingkatkan. Demikian pula, Wu et al. (2019) menekankan bahwa industri konstruksi terkenal karena menghasilkan limbah yang substansial, dan adopsi praktik manajemen ramping dapat secara signifikan mengurangi masalah ini, yang mengarah pada peningkatan efisiensi manajemen dalam proyek yang kompleks.

Selain itu, integrasi prinsip-prinsip lean tidak hanya membahas efisiensi operasional tetapi juga berkontribusi pada tujuan pembangunan berkelanjutan. Penelitian Hasan et al. (2024) menggarisbawahi manfaat lingkungan dari konstruksi ramping, yang berfokus pada meminimalkan dampak negatif dan mempromosikan keberlanjutan dalam proyek konstruksi. Hal ini sejalan dengan temuan Fatimah & Hutami (2020), yang membahas pentingnya keterlibatan masyarakat dan pertimbangan lingkungan dalam pembangunan jalan tol, menunjukkan bahwa praktik ramping dapat memfasilitasi hasil yang lebih baik bagi proyek dan masyarakat lokal.

Manajemen risiko adalah aspek penting lainnya di mana prinsip konstruksi ramping dapat bermanfaat. Tjendani et al. (2021). memberikan wawasan tentang penilaian risiko proyek jalan tol, yang menunjukkan bahwa pemahaman yang menyeluruh tentang risiko, terutama dalam tahap perencanaan, dapat mengarah pada hasil yang lebih menguntungkan. Hal ini dilengkapi dengan pekerjaan Pratama et al. (2022), yang menyoroti pentingnya mengidentifikasi dan mengelola risiko kritis dalam proyek jalan raya untuk memastikan keberhasilan implementasi. Fokus pada manajemen risiko dalam kerangka konstruksi ramping dapat membantu pemangku kepentingan menavigasi ketidakpastian dengan lebih efektif, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup proyek.

Selain pertimbangan operasional dan lingkungan, tata kelola proyek jalan tol memainkan peran penting dalam keberhasilan mereka. Studi ini menggambarkan bagaimana intervensi pemerintah dan kemitraan publik-swasta (PPP) sangat penting untuk keberhasilan pelaksanaan proyek jalan tol di Indonesia. Mereka menekankan bahwa struktur tata kelola yang efektif dapat mengarah pada integrasi proses konstruksi dan keterlibatan pemangku kepentingan yang lebih baik, yang penting untuk mencapai tujuan proyek (Novianto et al., 2024; Nusriadi et al., 2024; Wibowo et al., 2018).

Penerapan prinsip konstruksi ramping dalam proyek jalan tol menawarkan pendekatan multifaset untuk meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan manajemen risiko. Dengan memanfaatkan alat seperti LPS dan JIT, dan mendorong tata kelola yang kuat dan keterlibatan masyarakat, pemangku kepentingan dapat meningkatkan hasil proyek secara signifikan. Sintesis prinsip-prinsip ini tidak hanya mengatasi tantangan langsung pembangunan jalan tol tetapi juga selaras dengan tujuan pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan sumber daya yang efektif yang lebih luas.

## 2. METODE PENGABDIAN

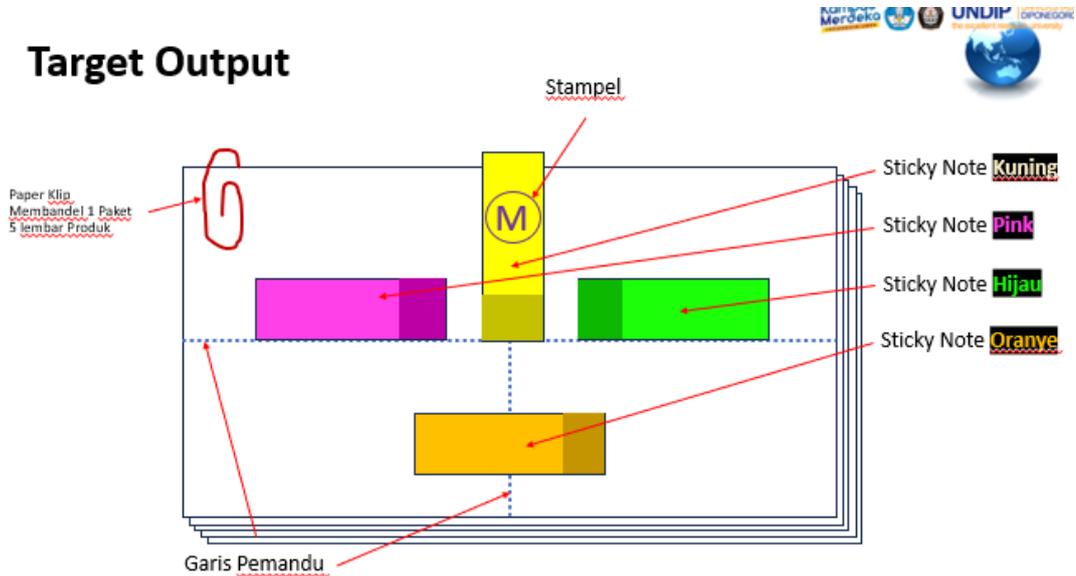
Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat ini menggunakan metode simulasi model VILLEGO. Kegiatan simulasi melibatkan mahasiswa dan praktisi pelaksana proyek Bendungan Jragung. Tahapan simulasi terdiri dari beberapa kegiatan antara lain:

### 1. Paparan konsep *Last Planner System*

Pada Tahap ini peserta sosialisasi diberikan pengetahuan tentang konsep dasar LPS, meliputi perubahan paradigma Proyek Konvensional dan Proyek dengan Konsep LPS. Pada tahap ini disiapkan slide presentasi dalam bentuk framework dan penjelasan hasil-hasil riset yang relevan serta *best practice* LC pada proyek konstruksi. Setelah tahap ini diberikan *Game* pada para peserta simulasi untuk memahami konsep *Pull Production System* sebagai jembatan memahami *Pull Planning System*.

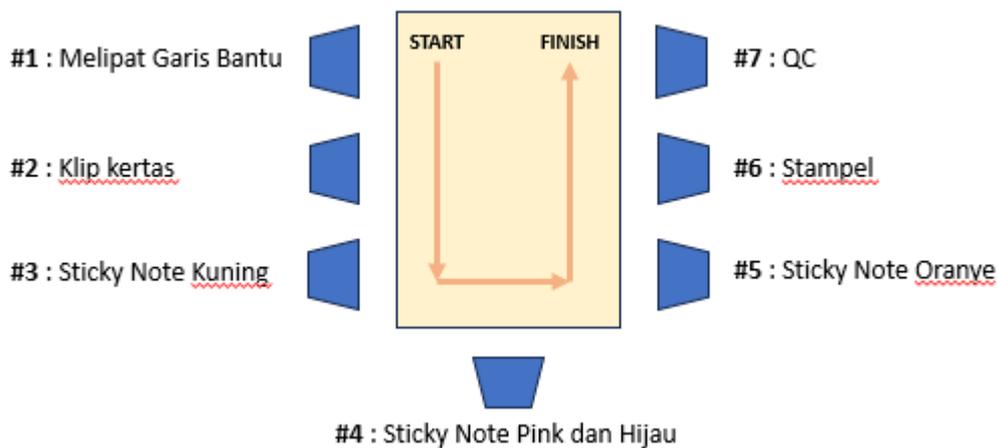
### 2. *Game Pull Production System*

Permainan diikuti oleh kelompok yang berisikan 7 anggota dengan masing-masing tanggung jawab pekerjaan dijelaskan pada gambar setelah slide ini. Satu ronde berlangsung selama 5 menit dengan pekerjaan dimulai dari #1 dan berakhir serta dilakukan *checking* oleh #7 (QC). QC memastikan pekerjaan sudah sesuai target output dengan memberikan *checklist*. (Lihat Gambar 2.).Sebelum memulai permainan, kelompok menulis komitmen target yang akan dicapai pada lembar komitmen yang kemudian dikumpulkan kepada Tim PKM.



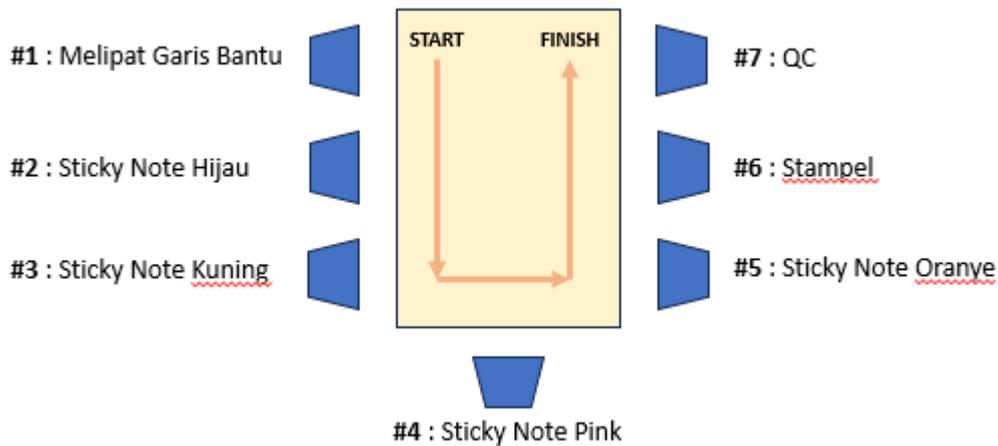
Gambar 2. Target Output yang dikehendaki

Pada sesi pertama, pekerjaan dilakukan *per batch*, dengan 1 *batch* berisikan 5 lembar produk sesuai target *output*. Konfigurasi seperti Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Tim Sesi 1.

Pada sesi kedua, pekerjaan dilakukan per lembar, sehingga anggota #2 berubah tanggung jawab memegang *sticky note* hijau. Selain itu juga ditambah ketentuan baru, dimana tidak boleh terjadi penumpukan *workload*, dalam artian pekerjaan hanya dapat diserahkan apabila pekerja setelahnya sudah menyelesaikan pekerjaannya. (Lihat Gambar 4).



Gambar 4. Konfigurasi Tim Sesi 2.

### 3. Simulasi Villego untuk menerapkan *Last Planner System*

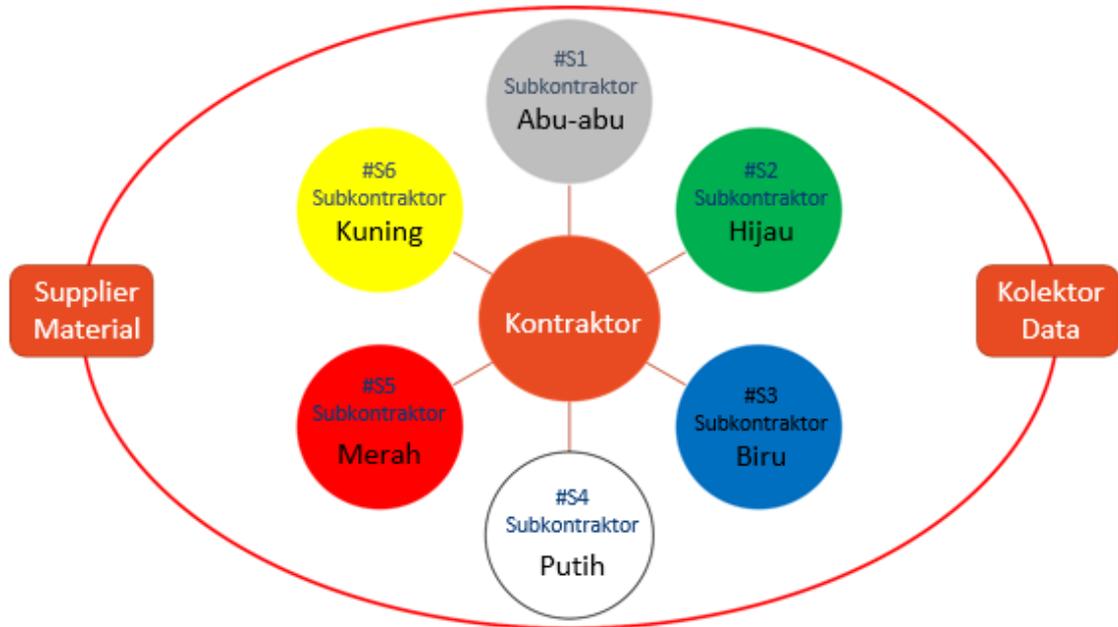
Proyek umumnya melibatkan para individu baru dari berbagai departemen/organisasi, secara bersama untuk melakukan *delivery* sebuah produk ataupun jasa yang spesifik. Tantangan dari hal tersebut adalah memberikan kesemua partisipan: pemahaman yang menyeluruh dan cepat atas Sistem Perencana Akhir (SPA), dan pada saat bersamaan juga membantu membangun tim proyek.

Simulasi Villego menggunakan pendekatan *Role-Play* (permainan peran) dan beberapa *tools* untuk mensimulasikan sebuah proyek. Simulasi Villego memungkinkan partisipan merasakan perbedaan antara manajemen proyek secara tradisional dan manajemen produksi dalam proyek dengan menggunakan SPA. Pembelajaran dengan mempraktekkan melalui simulasi, merupakan cara yang efektif dan dengan cepat memberikan setiap partisipan titik acuan bersama.

Goal-goal utama pembelajaran:

1. Memahami SPA;
2. Memahami kecakapan dan perilaku yang dibutuhkan untuk mensukseskan pendekatan baru atas manajemen proyek dan kerja sama.
3. Mempelajari apa yang dapat diharapkan dan bagaimana untuk bertindak pada pertemuan-pertemuan dalam SPA

Pembagian peran pada simulasi seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Role Play Konfigurasi

Sedangkan Kelengkapan peserta dibagi menjadi dua Roles, seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peran dan Kelengkapan Simulasi

Kontraktor	Subkontraktor
1. Roles (V5)	1. Roles (V6-11)
2. Contract (Agreement) (V14)	2. Contract (Agreement) (V14)
	3. Building Material Pricelist (V15)
4. Drawing Villego – Color (V20)*	4. Drawing Villego – Color (V20)*
5. Maps Villego – Color – (V23)	5. Maps – Villego – Blank – (V22) (2 buah)**
6. PEP Meeting Form (V4)	6. Order Form (V24)
7. CPS Form (V1)	7. Sticky Notes Berwarna

Peran Kontraktor pada simulasi ini meliputi tujuh tugas, yaitu: (1) melakukan pengelolaan subkontraktor, (2) mengelola dari layer demi layer bangunan, (3) dapat memberikan instruksi pelaksanaan sesuai dengan perencanaan maupun penyesuaian sesuai dengan kondisi di lapangan, (4) mengarahkan sub-kontraktor untuk memesan dan mengambil material agar siap digunakan ketika dimulainya konstruksi, (5) menyatakan berakhirnya pekerjaan ketika bangunan telah diselesaikan, (6) mengendalikan waste dan (7) waste berasal dari material yang salah pasang sehingga harus dibongkar untuk dimungkinkan terjadinya rework.

Peran Sub-Kontraktor ada lima, meliputi: (1) membuat shop drawing berdasarkan data yang diberikan, (2) memesan dan mengambil material dari Supplier Material, dapat dilakukan pada tahap awal maupun ketika terjadi kekurangan material karena kebutuhan rework/waste, (3) jumlah material yang dipesan sesuai dengan building material pricelist (V15), (4) pemesanan Material menggunakan Order Form (V24), (5) melakukan assembly element. Assembly element mengacu pada rencana kerja per layer bangunan (V22).

## Ferry Hermawan, dkk, Sosialisasi Konstruksi Ramping...

Peran Suplier Material, meliputi tiga hal: (1) melayani pembelian material yang dilakukan oleh subkontraktor, (2) menerima *Order Form* (V24) yang disampaikan oleh subkontraktor dan (3) Mempersiapkan material sesuai dengan *Order Form* (V24) dan menginformasikan subkontraktor bilamana sudah siap diambil.

Peran Kolektor Data

Kolektor Data #1

Pada Pelaksanaan Konstruksi, ada enam tugas:

1. Merekam subkontraktor mana saja yang berada di lokasi dalam setiap 10 detik (atau per 1 hari)
2. Mencatat per kejadian dimana terjadi pelanggaran:
3. Subkontraktor memasuki lokasi kerja tanpa pelindung kepala, sebagai pelanggaran keselamatan
4. Terdapat lebih dari 2 subkontraktor di lokasi pada saat yang bersamaan.
5. Mencatat point 1 dan 2 pada *Data Collection Form* (V25).
6. Menghitung jumlah pelanggaran per kejadian “memindahkan *sticky note* yang bukan milik subkontraktor tersebut”.

Kolektor Data #2

Pada Pelaksanaan Konstruksi:

1. Menyatakan material yang dibongkar karena kesalahan pemasangan sebagai *waste* dan mengarahkan untuk diletakkan dalam kotak *skip/ dumpster*.
2. Menghitung *waste* dan penggunaan kembali (*reuse*) material *waste*, yang terjadi selama pelaksanaan konstruksi atau istilahnya *reuses of scrap (per element)*.
3. Mencatat waktu selesainya konstruksi berdasarkan pemberitahuan dari kontraktor
4. Mencatat point 2 dan 3 pada *Data Collection Form* (V25)

Setelah Konstruksi Selesai:

1. Menghitung jumlah *waste* (dalam satuan studs) yang ada pada kotak *skip/ dumpster* → *waste in studs*
2. Memeriksa bangunan berdasarkan gambar acuan, bersama kontraktor dan mencatat jumlah element yang tidak sesuai sebagai *number of errors*
3. Mencatat point 1 dan 2 pada *Data Collection Form* (V25)

Tahapan Simulasi meliputi lima hal: *collaborative planning, weekly work planning (tiap 60 detik), root cause, learning and PPC, Re-planning sesuai kebutuhan dan final make ready*

4. Rekapitulasi Hasil Simulasi dan Diskusi Pembelajaran apa yang diperoleh

Sedangkan tahapan kegiatan pengabdian ini meliputi lima tahapan, yaitu:

- Tahap 1: Persiapan dan diskusi awal dengan mitra pengabdian
- Tahap 2: Penyusunan Proposal Kegiatan PKM
- Tahap 3: Kegiatan Sosialisasi dengan Simulasi VILLEGGO
- Tahap 4: Observasi, Pengukuran dan Sosialisasi
- Tahap 5: Laporan Kegiatan PKM

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Tahap Paparan Materi *Short Course Lean Construction*

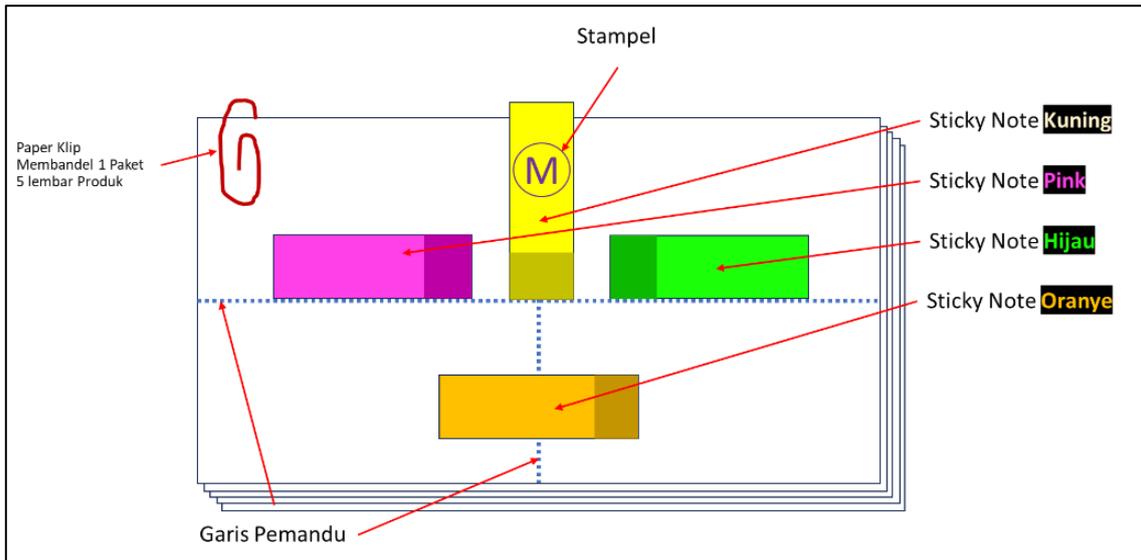
*Short course lean construction* di Proyek Jalan Tol Semarang-Demak Paket 1B bersama dengan tim kontraktor dari PT. Wijaya Karya Tbk. menggunakan *Game: Pull Production System*. *Game* mensimulasikan kegiatan produksi dengan masing-masing penanggung jawab sesuai dengan keahlian menggunakan alat bantu sederhana. Tujuan akhir dari proses produksi adalah menghasilkan pekerjaan sesuai dengan target output seperti gambar di bawah, yang kemudian akan dilakukan pengecekan oleh *Quality Control* (QC). Kegiatan *shortcourse Lean Construction* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pemaparan Materi *Short Course Lean Construction* di Lokasi Proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B oleh Koordinator Laboratorium Manajemen Konstruksi sebagai ketua Tim Pengabdian Kepada Masyarakat

#### 3.2. Tahap Permainan *Pull Production System*

Simulasi Konstruksi Ramping di Proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B bersama dengan tim kontraktor dari PT. Wijaya Karya Tbk menggunakan permainan *Pull Production System*. *Game* mensimulasikan kegiatan produksi dengan masing-masing penanggung jawab sesuai dengan keahlian menggunakan alat bantu sederhana. Tujuan akhir dari proses produksi adalah menghasilkan pekerjaan sesuai dengan target output seperti gambar dibawah, yang kemudian akan dilakukan pengecekan oleh *Quality Control* (QC). Visualisasi Target Output *Game* seperti disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Target Luaran Permainan *Pull Production System*

Permainan dilakukan sebanyak dua ronde dengan dua kondisi yang berbeda. Kondisi Pertama produksi dilakukan secara *batch* (per 5 unit) tanpa ada aturan khusus mengenai proses produksinya. Sementara kondisi kedua, produksi dilakukan secara satuan, dengan ketentuan tambahan dimana pekerjaan hanya boleh dilanjutkan apabila penanggung jawab pekerjaan selanjutnya sudah senggang (tidak boleh terjadi penumpukan *workload*). Pelaksanaan kegiatan Permainan pada lokasi Proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B seperti disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Kegiatan Permainan *Pull Production System* Tim Laboratorium Manajemen Konstruksi dan Tim Proyek Jalan Tol Semarang-Demak 1B

*Game* diikuti oleh 2 kelompok (Tim WIKA dan Tim Lab MK) dengan hasil simulasi seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pull Production Tim WIKA dan Tim Mahasiswa

Kondisi Pertama = Produksi secara bertahap

Tim WIKA Tol	Total produksi	WIP	Waktu Penyelesaian Produk pertama (detik)	Total produk yang <i>direject</i>
Rencana	15	5	120	Tidak ada
Realisasi	10	5	150	Tidak ada

Tim Lab MK	Total produksi	WIP	Waktu Penyelesaian Produk pertama (detik)	Total produk yang <i>direject</i>
Rencana	15	0	100	Tidak ada
Realisasi	10	5	180+	Tidak ada

Kondisi Kedua = Produksi secara satuan, dan menerapkan prinsip Konstruksi Ramping

Tim WIKA Tol	Total produksi	Work in progress	Waktu Penyelesaian Produk pertama (detik)	Total produk yang <i>direject</i>
Rencana	15	5	120	Tidak ada
Realisasi	20	0	47	Tidak ada

Tim Lab MK	Total produksi	Work in progress	Waktu Penyelesaian Produk pertama (detik)	Total produk yang <i>direject</i>
Target	15	1	30	0
Realisasi	21	0	60	0

Setelah menerapkan konsep konstruksi ramping pada kondisi kedua, di mana pekerjaan dilakukan secara satuan dan dengan mempertimbangkan kemampuan dan kapasitas produksi masing-masing penanggung jawab, hasil simulasi Tabel 2 menunjukkan bahwa produksi meningkat dan berlangsung lebih lama. Selain itu, ada penurunan jumlah pekerjaan dengan status work in progress (WIP). Ini adalah salah satu hasil dari penerapan konsep lean construction, yaitu mengurangi jumlah sumber daya yang terbuang dan buang, serta memastikan bahwa pekerjaan dilakukan dengan benar dan tanpa kesalahan.

### 3.3. Simulasi Konstruksi Ramping dengan *Villego* (Licence)

Setelah simulasi menggunakan *Game: Pull Production System*, kegiatan dilanjutkan dengan simulasi *lean construction* dengan alat bantu *Villego*. Simulasi *Villego* dimulai dari tahap perencanaan awal, pembelian material dari *supplier*, *collaborative pull planning* antara kontraktor utama dengan subkontraktor pada papan CPS, simulasi konstruksi, *re-planning* serta evaluasi *Percent Plan Complete* (PPC). Simulasi *Villego* diikuti oleh 6 Praktisi (1 sebagai kontraktor utama, 5 sebagai subkontraktor) dan didampingi oleh 6 mahasiswa. Kegiatan Simulasi kedua tim disajikan pada Gambar 9.



Tahap Proses Simulasi *Villego*



Hasil Akhir Simulasi *Villego*

Gambar 9. Simulasi Konstruksi Ramping dari Tim Lab MK Undip dan Tim WIKA Tol (Simulasi *Villego* dan Akhir Simulasi)

Simulasi *Villego* berhasil dilaksanakan dan diselesaikan dalam waktu 5 menit 3 detik (5 siklus + 3 detik atau masuk ke siklus keenam). Simulasi *Villego* juga menghadapi beberapa kendala seperti terjadinya 8 poin *waste* dan *rework*, serta 4 poin penalti. Hasil evaluasi PPC simulasi *Villego* dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel 3. PPC Hasil Simulasi Konstruksi Ramping dengan Villego

Siklus (Minggu ke-)	Rencana	Realisasi	PPC (%)
1	29	14	48
2	29	28	97
3	26	26	100
4	14	18	129
5	11	11	100
6	1	1	100

Hasil kegiatan Pengabdian Masyarakat ini menunjukkan bahwa praktisi proyek konstruksi lebih cepat memahami konsep LPS di proyek. Siklus yang dicapai adalah enam siklus saja dari maksimal delapan siklus. Penggunaan permainan Villego dipandang lebih sederhana bagi para peserta simulasi Konstruksi Ramping ini.

#### 4. SIMPULAN

Konstruksi Ramping Simulasi menawarkan kerangka kerja yang efektif untuk memperbaiki manajemen proyek konstruksi, terutama ketika digunakan bersama dengan pemanfaatan teknologi sistem informasi yang memadai. Penerapan prinsip Konstruksi Ramping adalah strategi yang bagus bagi praktisi untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi penundaan proyek karena menekankan kolaborasi, komitmen perencanaan, dan optimalisasi sumber daya. Potensi penerapan Konstruksi Ram dalam berbagai konteks konstruksi akan semakin terlihat melalui penelitian berkelanjutan dan aplikasi praktis.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Manajer Proyek Tol Semarang-Demak 1B beserta tim pelaksana yang telah berpartisipasi pada simulasi Konstruksi Ramping bersama Tim Laboratorium Manajemen Konstruksi Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro yang telah menyiapkan perlengkapan simulasi Villego. Kegiatan ini didanai oleh dana RKAT Fakultas Teknik Batch 2 tahun 2024 skema Pengabdian Kepada Masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Berawi, M. A., Sari, M., Miraj, P., Mardiansyah, Saroji, G., & Susantono, B. (2023). Lean Construction Practice on Toll Road Project Improvement: A Case Study in Developing Country. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 9(12), 3186–3201. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2023-09-12-016>
- Fatimah, N. and Hutami, E. (2020). The meaning of land acquisition compensation and its utilization strategy in affected communities in the pejagan-pemalang toll road construction.. *Komunitas International Journal of Indonesian Society and Culture*, 12(2), 298-307.
- Hasan, S., Işık, Z., & Demirdöğen, G. (2024). Evaluating the Contribution of Lean Construction to Achieving Sustainable Development Goals. *Sustainability (Switzerland)*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/su16083502>
- Novianto, A., Riantini, L. S., Latief, Y., & Pratama, G. A. (2024). Identifying Significant Policy Barriers for Highway Development in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 517. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451705007>

- Nusriadi, L., Avianti, I., Tanzil, N. D., & Parikesit, D. (2024). The role of good project governance in PPP project for toll road infrastructure in Indonesia. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(4). <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i4.3259>
- Pratama, G. A., Latief, Y., & Sihombing, L. B. (2022). A NOVEL ROUGH FUZZY BASED DELPHI METHOD FOR HIGHWAY PROJECTS RISK ANALYSIS: THE SOE ASSIGNMENT SCHEME CASE STUDY. *International Journal of GEOMATE*, 23(100), 110–117. <https://doi.org/10.21660/2022.100.g12137>
- Tjendani, H. T., Marleno, R., & Subiyantoro, I. (2021). Risk Assessment of Feasibility Study for Toll Road X-Y with Public Private Partnership (PPP) Scheme. *Ukarst : Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 5(1). <https://doi.org/10.30737/ukarst.v5i1>
- Wibowo, M. A., Hatmoko, J. U. D., & Nurdiana, A. (2018). Risk Management in Indonesia Construction Project: A Case Study of a Toll Road Project. In *Risk Management Treatise for Engineering Practitioners*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79457>
- Wu, X., Zhao, W., Ma, T., & Yang, Z. (2019). Improving the efficiency of highway construction project management using lean management. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/su11133646>