



## IMPLEMENTASI LEAN CONSTRUCTION PADA PROSES KONSTRUKSI PCU GIRDER PROYEK FLYOVER DJUANDA SIDOARJO JAWA TIMUR

Sugeng Prastyo<sup>1✉</sup>, Antonius<sup>2</sup>, M. Faiqun Ni'am<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Sultan Agung Semarang

DOI: 10.26623/teknika.v19i2.9288

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Disubmit : 2024-10-11

Direvisi : 2024-10-24

Disetujui : 2024-10-29

*Keywords:*

*Lean Construction; Value Stream Mapping; Value Stream Mapping Tools;*

### Abstrak

Pada struktur atas bangunan Fly Over Djuanda menggunakan Struktur Beton Pracetak PC-U Girder. WIKA-NINDYA KSO berusaha meningkatkan kinerja produktivitas dan efisiensinya dengan meningkatkan mutu/kualitas, meminimalkan biaya produksi dan menyelesaikan pekerjaan tepat waktu. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan pendekatan dengan metode Lean Construction untuk mengidentifikasi aktivitas apa saja yang dapat mempengaruhi nilai tambah dan mengeliminasi pemborosan atau waste yang terjadi.

Penelitian dimulai dengan menggambarkan keseluruhan Proses Konstruksi Beton Pracetak PC-U; Pemasangan/erection dengan Value Stream Mapping, kemudian identifikasi waste dengan Kuesioner dan di analisa dengan pemilihan mapping tools pada Value Stream Mapping Tools. Selanjutnya, dianalisa akar penyebabnya dan dikemudian dilakukan usulan solusi rekomendasi perbaikan.

Hasil kajian penelitian menunjukkan bahwa aktifitas yang mempengaruhi produktivitas yang dominan adalah Waiting (34,29 %), Inappropriate Processing (22,86 %), Defect (14,29 %)

### Abstract

*On the Upper Structure of the Fly Over Building using PC-U Girder Precast Concrete Structure. WIKA-NINDYA KSO strives to improve its productivity and efficiency performance by improving quality, minimizing production costs and completing work on time. To achieve this goal, an approach with the Lean Construction method is needed to identify what activities can affect added value and eliminate waste or waste that occurs.*

*The research begins by describing the whole PC-U Precast Concrete Construction Process; Installation / erection with Value Stream Mapping, then identify waste with a questionnaire and analyze with the selection of mapping tools in Value Stream Mapping Tools. Next, the root cause is analyzed and then a solution proposal for improvement recommendations is made.*

*The results of the research study showed that the activities that affected productivity were Waiting (34.29%), Inappropriate Processing (22.86%), Defects (14.29%)*

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: [sugengprastyo@gmail.com](mailto:sugengprastyo@gmail.com) ; [antoni67a@yahoo.com](mailto:antoni67a@yahoo.com) ; [faiqun@unissula.ac.id](mailto:faiqun@unissula.ac.id)

p-ISSN 1410-4202

e-ISSN 2580-8478

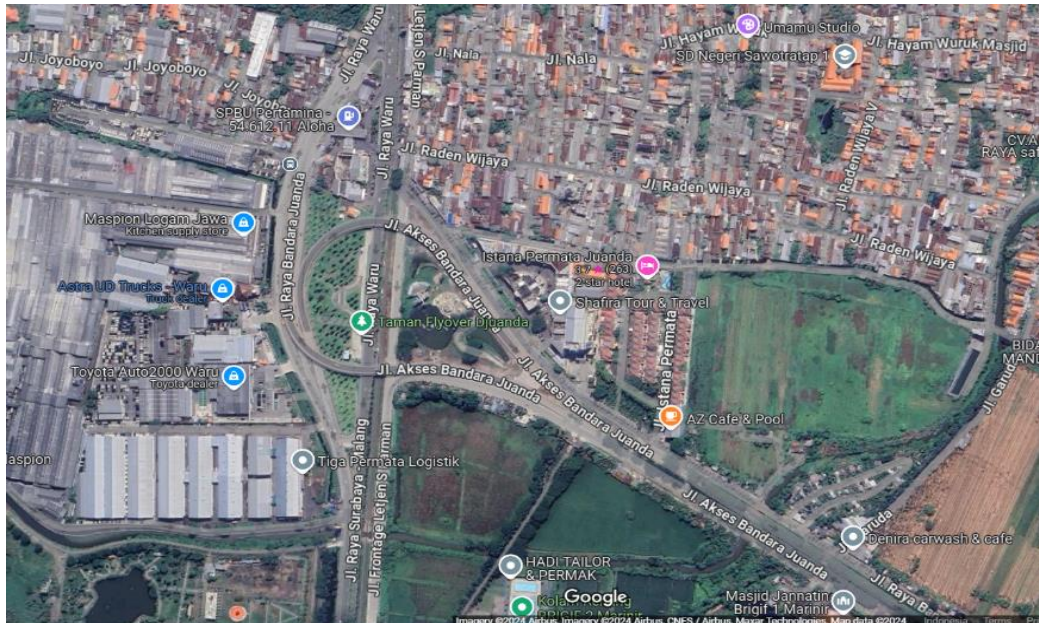
## PENDAHULUAN

Permasalahan pemborosan dalam industri konstruksi seperti buruknya manajemen peralatan, rusak/cacat, keterlambatan, pergerakan yang tidak perlu, produksi berlebih, proses transportasi yang lambat, persediaan yang tidak perlu, kesalahan prosedur dan informasi, serta kondisi eksternal (lingkungan dan cuaca) yang buruk merupakan aktivitas-aktivitas yang tidak diperlukan selama proses konstruksi. *Lean construction* merupakan suatu cara untuk mendesain sistem produksi yang dapat meminimalisasi pemborosan dari pemakaian material, waktu, dan usaha dalam rangka menghasilkan jumlah nilai yang maksimum (Koskela et al., 2002). *Lean construction* juga merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengeliminasi pemborosan atau kegiatan-kegiatan yang tidak bernilai tambah dengan peningkatan, sehingga dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi.

## METODE

Lokasi Penelitian : Proyek Pembangunan Fly Over Djuanda, di Sidoarjo

Proyek Fly Over Djuanda ini berada di Persimpangan Jalan Nasional ruas Waru – Bts. Kota Sidoarjo link 012 dengan ruas Jln. Akses Bandara Juanda link 131.11 Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## RESPONDEN

Identifikasi pemborosan ini dilakukan melalui penyebaran kuisioner kepada 10 responden yang terkait dengan kegiatan konstruksi pemasangan PCU Girder sebanyak : 69 buah, yaitu

1. Manager Konstruksi (Zona Sisi Barat dan Timur) : 2 Orang; AP, MS
2. Office Engineering : 1 Orang; ICP
3. Pelaksana Utama Lapangan : 3 Orang; MF, MM, NWA
4. QHSE Personil : 2 Orang; DN, TM
5. Team Leader Konsultan Supervisi : 1 Orang; DTS
6. Supervision Engineer Konsultan Supervisi : 1 Orang; SG

## **METODE PENGUMPULAN DATA**

Metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Wawancara langsung dengan pihak terkait WIKA-NINDYA KSO guna mendapatkan informasi yang mendalam terkait dengan peningkatan produktivitas proses konstruksi PCU Girder, seperti aliran informasi dan fisik proses konstruksi, serta keseluruhan aktivitas yang berhubungan dengan proses konstruksi PCU Girder.
2. Melakukan pengamatan langsung/observasi untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan proses konstruksi PCU Girder. Data observasi lapangan akan digunakan untuk memahami keseluruhan aliran proses yang terjadi, serta melihat berapa kebutuhan waktu yang terjadi dalam keseluruhan proses.
3. Melakukan penyebaran Kuesioner untuk identifikasi pemborosan saat proses konstruksi PCU Girder. Penyebaran Kuesioner ini bertujuan untuk memperoleh bobot dari pemborosan yang terjadi. Penelitian ini menerapkan Sistem Waste Workshop, yaitu suatu kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data/informasi yang berkaitan dengan pemborosan melalui penyebaran Kuesioner sekaligus wawancara terhadap responden. Responden yang terlibat adalah responden yang fokus pada pelaksanaan konstruksi PCU Girder setingkat Pelaksana Lapangan, Office Engineer, Manager Konstruksi / Site Operasional Manager (SOM), QHSE dan Konsultan Supervisi sehingga didapatkan 10 Responden. Saat pengisian Kuesioner, peneliti mendampingi untuk menyatukan persepsi tentang pemahaman pemborosan antara peneliti dengan pihak responden.

## **ALUR PENELITIAN**

Alur penelitian sebagai berikut :

Penjelasan alur penelitian :

1. Mengidentifikasi permasalahan yang sedang terjadi di site project. Identifikasi permasalahan ini berasal dari upaya untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses konstruksi PCU Girder. Dalam konteks ini mengidentifikasi 7 (tujuh) jenis pemborosan.
2. Menentukan tujuan dari penelitian, yakni untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan dalam proses produksi yang tidak memberikan nilai tambah, menganalisis penyebabnya, dan membuat rekomendasi untuk memperbaiki proses konstruksi PCU Girder.
3. Mengumpulkan informasi, baik melalui wawancara dan observasi lapangan maupun dari studi pustaka. Informasi yang diperoleh dari wawancara dan observasi lapangan meliputi pengamatan di lokasi proyek, aktivitas proses konstruksi PCU Girder untuk memahami aliran informasi dan materi, serta data waktu proses yang diukur menggunakan stopwatch. Waktu diambil dari hari-hari yang berbeda dan kemudian dirata-ratakan secara acak.
4. Membuat Peta Aliran Nilai (VSM) untuk menampilkan dan memetakan situasi dan kondisi di project, sehingga memudahkan hubungan keterkaitan pada seluruh proses konstruksi PCU Girder, serta mengidentifikasi dimana pemborosan terjadi pada sepanjang aliran proses. VSM mencakup pengenalan aliran informasi dan fisik, aktivitas proses konstruksi, waktu yang diperlukan untuk setiap proses, dan kebutuhan sumber daya untuk setiap proses konstruksi.
5. Melakukan survei dengan menggunakan Kuesioner untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat pemborosan. Pembobotan ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling dominan selama nilai aliran. Kuesioner terdiri dari 7 (tujuh) indikator pemborosan, dengan masing-masing indikator memiliki 5 (lima) pertanyaan, sehingga total jumlah pertanyaan adalah 35 (tiga puluh lima). Dalam kuesioner, diberikan definisi pemborosan secara umum agar responden memahami arti dari Kuesioner tersebut. Setiap pemborosan diasumsikan dengan nilai total skor 5 untuk pemborosan yang sering terjadi dan 0 untuk pemborosan yang tidak pernah

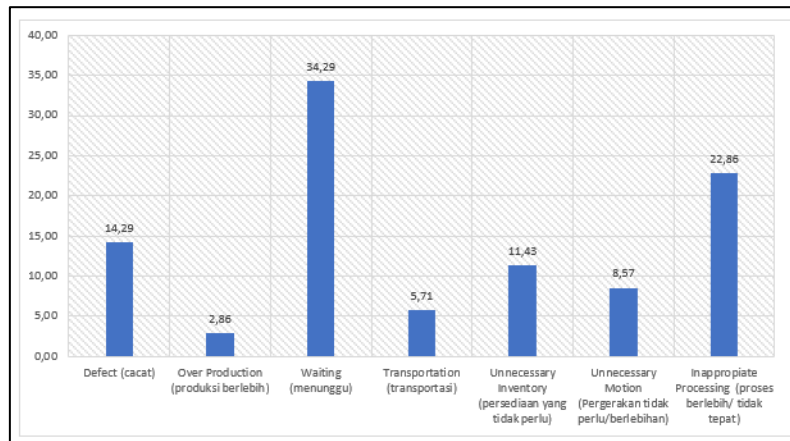
atau jarang terjadi, sehingga nilai pemborosan ditentukan berdasarkan total nilai dari setiap pertanyaan dalam satu jenis pemborosan.

6. Lampiran : Link Kuesioner :  
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSegK1pzanpj14DXd1Y1OGZkHjODsOmrLJjKjn4-jVJf28Nog/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSegK1pzanpj14DXd1Y1OGZkHjODsOmrLJjKjn4-jVJf28Nog/viewform?usp=sf_link)
7. Menentukan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) untuk menganalisis pemborosan dan mengidentifikasi penyebabnya, yang dilakukan dengan mengalikan skor rata-rata setiap pemborosan dari hasil kuesioner dengan matriks VALSAT. Alat yang memiliki nilai tertinggi menurut hasil VALSAT akan dipilih sebagai petaan utama untuk melakukan analisis pemborosan secara detail. Dalam penelitian ini, akan dipilih 3 perangkat dengan nilai tertinggi.
8. Melakukan Analisis Akar Penyebab / Root Cause Analysis (RCA) untuk mencari tahu sumber dari pemborosan setelah dilakukan pemetaan hasil. Dalam konteks ini, kita sedang meneliti pemborosan kritis yang memiliki persentase terbesar 3 (tiga) berdasarkan hasil analisis data dari Kuesioner.
9. Menyusun rekomendasi perbaikan untuk menghilangkan pemborosan. Dalam konteks ini, pemborosan yang sedang diselidiki adalah pemborosan yang kritis.
10. Menarik kesimpulan atas semua hasil dari analysis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Pemborosan

Langkah pemetaan pada identifikasi pemborosan adalah penyebaran kuesioner kepada 10 responden yang terkait dan terlibat langsung dengan kegiatan konstruksi pemasangan/erection PCU Girder FO Djuanda : 69 Buah, dengan panjang bentang variasi : Bentang 16 M = 3 Buah; Bentang 25 M = 30 Buah; Bentang 30 M = 33 Buah; Bentang 40 M = 3 Buah. Pada saat pengisian kuesioner ini yang didampingi oleh peneliti diberikan pengertian mengenai pemborosan/waste secara umum, agar responden memahami maksud dari kuesioner tersebut. Hasil identifikasi pemborosan dapat di lihat pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Peringkat Identifikasi Pemborosan  
 Sumber : Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan grafik diatas diperoleh 3 Skor tertinggi dari hasil identifikasi pemborosan, yaitu Waiting (34,29 %), Inappropriate Processing (22,86 %), Defect (14,29 %).

**ANALYSIS ALIRAN NILAI (VALUE STREAM ANALYSIS TOOL/VALSAT)**

Setelah memperoleh skor dari setiap jenis pemborosan, langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai persentase ke dalam tabel VALSAT. Konsep ini digunakan dalam pemilihan alat yang efektif untuk analisis jenis pemborosan secara teliti dan detail dengan mengalikan skor dari tiap jenis pemborosan berdasarkan analisis data kuesioner dengan menggunakan matriks VALSAT

Tabel 1. Peringkat Hasil VALSAT

No	Alat Pemetaan	Total	% Persentase	Akumulasi % Persentase	Peringkat/ Rangking
1	Peta Proses Aktivitas	694,29	38,27	38,27	1
2	Matriks Rantai Pasokan	428,57	23,62	61,89	2
3	Peta Variasi Produksi	137,14	7,56	69,45	6
4	Peta Cacat Kualitas	154,29	8,50	77,95	5
5	Peta Pemenuhan Permintaan	214,29	11,81	89,76	3
6	Analysis Keputusan	168,57	9,29	99,06	4
7	Struktur Fisik	17,14	0,94	100,00	7
<b>TOTAL</b>		<b>1814,29</b>	<b>100,00</b>		

Sumber : Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan peringkat/rangking pada tabel 4.3 diatas, maka dipilih 3 (tiga) peringkat teratas VALSAT untuk analisis jenis pemborosan yang terjadi, yaitu Peta Proses Aktivitas / Proses Activity Mapping (38,27%), Matriks Rantai Pasoka / Suply Chain Respon Matrix (23,62%), Peta Pemenuhan Permintaan / Demand Amplification Mapping (11,81%).

**PETA PROSES AKTIVITAS (PROSCES ACTIVITY MAPPING/PAM)**

Peta Proses Aktivitas (PAM) adalah alat yang digunakan untuk merekam semua kegiatan yang terjadi dalam suatu sistem, dan mengurangi kegiatan yang tidak meningkatkan nilai tambah, selanjutnya, dilakukan penyederhanaan agar dapat mengurangi pemborosan yang terjadi.

Tabel 2. Jumlah Aktivitas dan Kebutuhan Waktu

Aktivitas	Jumlah	Waktu (menit)
Operation	14	391
Transport	2	15
Inspection	2	7
Storage	1	5
Delay	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>418</b>

Sumber : Pengolahan Data 2024

Tabel 3. Klasifikasi aktivitas dan Waktu

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (menit)
Value Adding Activities/VA	16	406
Non-Value Adding Activities/NVA	2	7
Necessary Non-Value Adding Activities/NNVA	1	5
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>418</b>
<b>Value Ratio</b>		<b>0,97</b>

Sumber : Pengolahan Data 2024

Nilai rasio / value rasio adalah nilai perbandingan waktu antara aktivitas yang menambah nilai (Value Adding Activities/VA) dengan jumlah total aktivitas. Berdasarkan tabel diatas, nilai rasio untuk proses konstruksi erection PCU Girder yaitu, sebesar 0,97 atau 97 %. Hasil dari analisis PAM, total kebutuhan waktu untuk proses konstruksi 1 Buah PCU Girder adalah 418 Menit.



Berikut proporsi dan perbandingan waktu dari tiap jenis aktivitas yang disajikan pada Tabel 3.4 dan Gambar 3.2

Tabel 4. Kebutuhan Waktu Tiap Jenis Aktivitas

Jenis Aktivitas	O	T	I	S	D
Waktu (menit)	391	15	7	5	0
% Peresentase	93,54	3,59	1,67	1,20	0,00

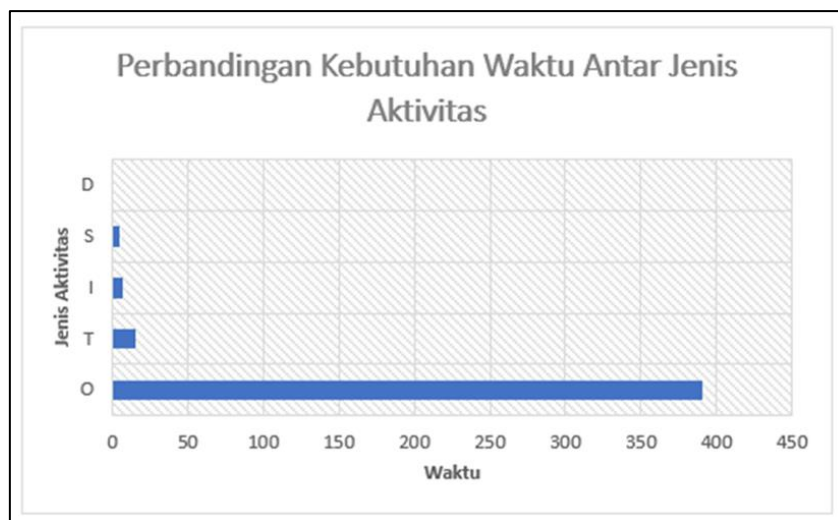
**Keterangan :**

O = Operation      S = Storage

T = Transport      D = Delay

I = Inspection

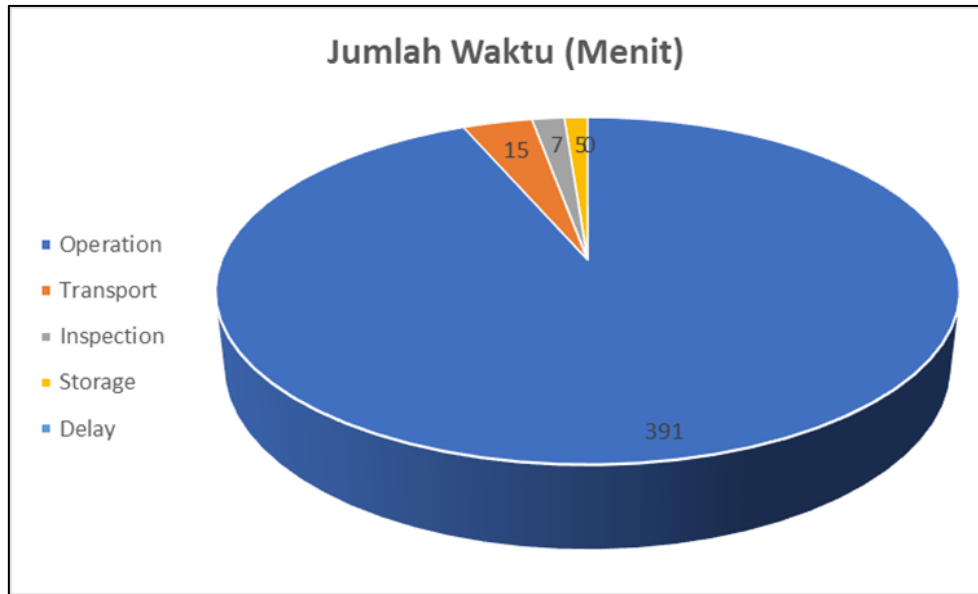
Sumber : Pengolahan Data 2024



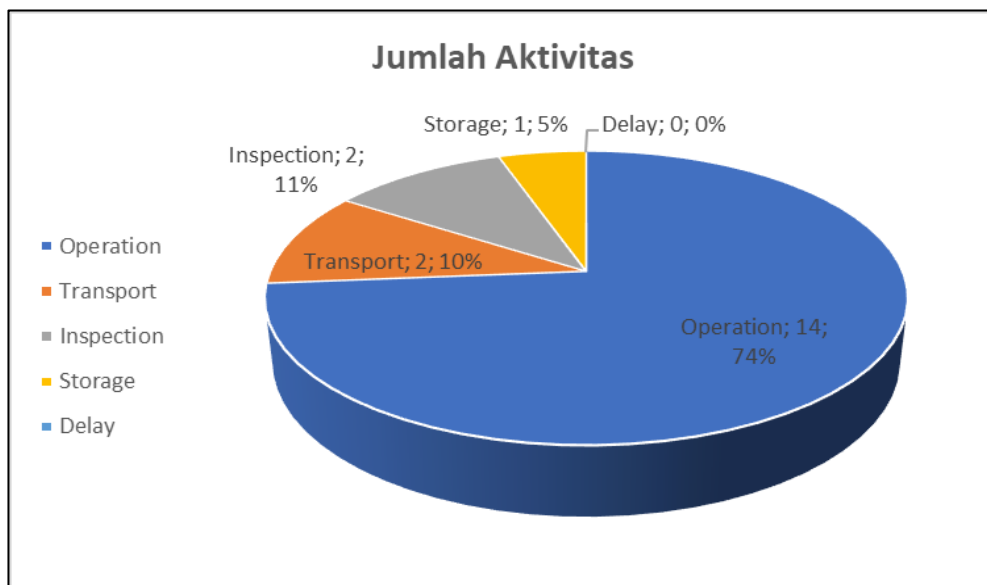
Gambar 3. Perbandingan Kebutuhan Waktu Jenis Aktivitas

Sumber : Pengolahan Data 2024

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan waktu aktivitas yang tergolong bernilai tambah adalah sebesar 391 Menit atau 93,54 % dari total waktu. Sedangkan, waktu aktivitas yang tergolong tidak bernilai tambah adalah sebesar 27 Menit atau 6,46 % dari total waktu. Berikut adalah ringkasan analisis dari PAM Kontruksi PCU Girder yang disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4. Jumlah Waktu Tiap Aktivitas  
Sumber : Pengolahan Data 2024



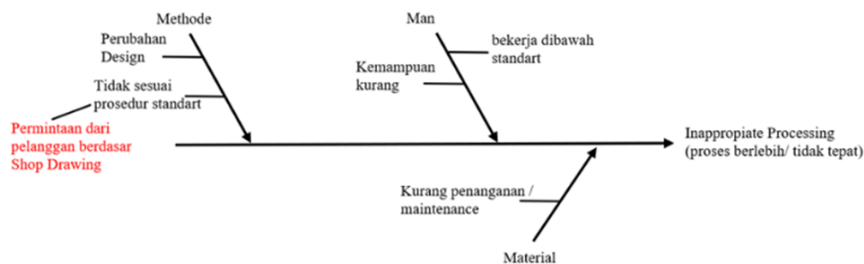
Gambar 5. Jumlah Aktivitas  
Sumber : Pengolahan Data 2024

#### Akar Penyebab Masalah (Root Cause Analysis/RCA) dengan Metode Fishbone Diagram

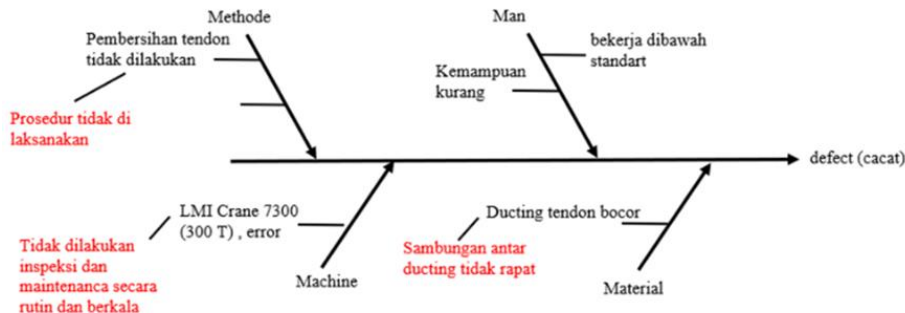
RCA (Root Cause Analysis) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menemukan akar masalah dari suatu permasalahan yang terjadi. Dalam penelitian ini, fishbone diagram digunakan sebagai metode. Tujuan dasar dari metode ini adalah untuk menemukan kemungkinan penyebab yang terjadi, lalu memisahkan akar penyebabnya. Langkah pertama (a1, b1, dan c1) dalam metode ini adalah mengidentifikasi masalah utama berdasarkan pemborosan kritis terbesar dari hasil identifikasi pemborosan didapatkan 3 Skor tertinggi, yaitu Waiting (34,29 %), Inappropriate Processing (22,86 %), Defect (14,29 %).



Gambar 6. Diagram Fishbone Jenis Pemborosan Waiting



Gambar 7. Diagram Fishbone Inappropriate Processing (proses berlebih/ tidak tepat)



Gambar 8. Diagram Fishbone Defect (cacat)

Dari Gambar 6. menunjukkan factor-factor penyebab jenis pemborosan waiting (menunggu) adalah prosedur K3 set up dan riksa uji peralatan utama (Crawler Crane) yang dilakukan oleh tenaga ahli dari PJK3 (Perusahaan Jasa Kesehatan dan Keselamatan Kerja) dan kepatuhan serta ketaatan terhadap peraturan dan undang-undang yakni pembahasan lifting plan erection PCU Girder melibatkan Komisi Keselamatan Konstruksi (K2K).

Dari Gambar 7. menunjukkan factor-factor penyebab jenis pemborosan Inappropriate Processing (proses berlebih/ tidak tepat) proses administrasi review design seperti perubahan penyesuaian bentuk moulding penampang PCU Girder di pabrik sesuai dengan standart gambar shop drawing.

Dari Gambar 8. menunjukkan factor-factor penyebab jenis pemborosan Defect (cacat) block duct/ ducting tendon mengalami penyumbatan saat pengecoran precast PCU Girder sehingga mengakibatkan PC Strand sulit untuk dimasukkan ke dalam lubang tendon. Terjadi kerusakan LMI crane 7300 yang menyebabkan tertundanya erection PCU girder span P5-P6 ramp B, Adanya rembesan air pada sisi end block PCU Girder dikarenakan proses finishing menggunakan mortar tidak sempurna (masih terdapat void)



### Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan berdasarkan pemborosan kritis yang teridentifikasi dari hasil analisis CSVSM, pengidentifikasian pemborosan, PAM, dan RCA. Di bawah ini adalah analisis rinci mengenai usulan rekomendasi perbaikan berupa saran-saran yang dapat diberikan untuk mengeliminasi jenis-jenis pemborosan / waste :

1. Perlunya meningkatkan implementasi Safety pada kegiatan konstruksi dengan melibatkan stake holder terkait antara lain Komisi Keselematan Konstruksi (K2K) dengan tujuan mencegah potensi bahaya di tempat kerja dan memastikan bahwa kegiatan erection girder dilakukan dengan aman dan terencana, sehingga risiko kecelakaan kerja dapat diminimalisir dan kepatuhan ketaatan terhadap peraturan dan undang-undang Jasa Konstruksi.
2. Memastikan sebelum PCU Girder diproduksi telah sesuai dengan standart Shop Drawing yang telah di approval oleh Konsultan Supervisi dan Pejabat Pembuat Komitmen/PPK.
3. Penerapan Standart dan Prosedur kerja yang baik dan konsisten untuk menghasilkan hasil mutu quality produk yang sesuai dengan spesifikasi teknik.
4. Secara berkala dan rutin melakukan monitoring, inspeksi dan maintenance terhadap peralatan-peralatan kerja utama.
5. Arrangement peralatan kerja utama : meminimalkan jarak tempuh, dan waktu perpindahan, memberikan ruang untuk aktivitas pergerakan peralatan.



Gambar 9. Proses Erection PCU Girder FO Djuanda  
Sumber : (Dokumentasi Proyek FO Djuanda, 2024)

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang Peningkatan Efisiensi Proses Konstruksi PCU Girder dengan Implementasi Lean Construction Proyek Pembangunan Fly Over Djuanda Sidoarjo Jawa Timur dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

Aktifitas-aktifitas dominan yang dapat mempengaruhi produktivitas yaitu Waiting (34,29 %) ; Inappropriate Processing (22,86 %), Defect (14,29 %) . Cara dan langkah perbaikan untuk mengurangi pemborosan / waste yang terjadi adalah : *Rekomendasi perbaikan waiting (menunggu)* : Peningkatkan implementasi Safety pada kegiatan konstruksi dengan melibatkan stake holder terkait antara lain Komisi Keselamatan Konstruksi (K2K) dengan tujuan mencegah potensi bahaya di tempat kerja dan memastikan bahwa kegiatan erection girder dilakukan dengan aman dan terencana,

sehingga risiko kecelakaan kerja dapat diminimalisir dan kepatuhan ketaatan terhadap peraturan dan undang-undang Jasa Konstruksi. Memastikan sebelum PCU Girder diproduksi telah sesuai dengan standart Shop Drawing yang telah di approval oleh Konsultan Supervisi dan Pejabat Pembuat Komitmen/PPK. Arrangement peralatan kerja utama : meminimalkan jarak tempuh, dan waktu perpindahan, memberikan ruang untuk aktivitas pergerakan peralatan. *Rekomendasi perbaikan Inappropriate Processing (proses berlebih/ tidak tepat)* : Penyiapan administrasi Shop Drawing sebagai dasar acuan kerja di lapangan yang di approval oleh Konsultan Supervisi dan Pejabat Pembuat Komitmen/PPK. *Rekomendasi perbaikan Defect (cacat)* : Sambungan Ducting tendon yang dipasangan harus dipastikan benar-benar rapat dan presisi. Selesai pengecoran beton sisi dalam lubang ducting tendon dapat langsung dibersihkan dengan kompressor+air bersih. Sebelum di lakukan grouting setelah stressing strand selesai lubang tendon dapat langsung dibersihkan menggunakan komproser untuk membuang air yang masih terperangkap dalam tendon. Sebelum memulai bekerja, pada kegiatan Tool Box Talk para pekerja diberikan briefing dan penyegaran informasi mengenai standart dan prosedur kerja yang baik dan benar. Spare Peralatan Utama Crawler Crane harus secara rutin di lakukan pengecekan, inspeksi dan maintenance secara rutin dan berkala.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M. (2007). Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste. *Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung*, 1–12.
- Fauzan, M., & Sunindijo, R. Y. (2021). Lean construction and project performance in the Australian construction industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 907(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/907/1/012024>
- Howell, J. (2014). Lean construction Lean Construction. *The Encyclopedia of Housing*, 1(9), 0–10. <http://dx.doi.org/10.4135/9781452218380.n144>
- Irfandi, I. I., & Rachmawati, F. (2023). Identifikasi dan Benchmarking Faktor Penghalang Implementasi Konsep Lean Construction pada Megaproyek di Indonesia dengan Metode MICMAC. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(2), 177. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v21i2.15342>
- Ismail Abdul Rahman, Aftab Hameed Memon, & Ahmad Mujahid Ahmad Zaidi. (2011). *Introduction to Lean Construction*.
- Issa, U. H. (2013). Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 697–704. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.07.003>
- Koskela, L. J., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction Construction management in refurbishment projects. January 2014.* <https://www.researchgate.net/publication/28578914>
- Marhani, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). Lean Construction: Towards Enhancing Sustainable Construction in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209>
- Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 2(2). <https://doi.org/10.31602/jieom.v2i2.2934>

- Prayuda, H., Monika, F., Cahyati, M. D., Hermansyah, Afriandini, B., & Budiman, D. (2021). Critical Review on Development of Lean Construction in Indonesia. *Proceedings of the 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 199(ICoSITEA 2020), 83–88. <https://doi.org/10.2991/aer.k.210204.018>
- Rad, M. H., Mojtahedi, M., Ostwald, M. J., & Wilkinson, S. (2022). A Conceptual Framework for Implementing Lean Construction in Infrastructure Recovery Projects. *Buildings*, 12(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/buildings12030272>
- Sari, O. L., Situmorang, R., & Septiana, N. (2023). Penanganan Faktor Penyebab Waste Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Construction (Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Sei Alalak Banjarmasin). *Spektrum Sipil*, 10(2), 147–152. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v10i2.271>
- Setyastuti, Y. D., Dewi, S. M., & Suharyanto, A. (2017). Peningkatan Produktivitas Pada Proses Produksi Pracetak Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Eliminasi Waste. *Rekayasa Sipil*, 11(3), 186–193. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasipil/2017.011.03.3>
- Suprana, Y. A., Marie, I. A., & Azmi, N. (2020). Analisis Pemborosan Pada Industri Beton Precast Dengan Pendekatan Lean supply chain. *Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 156–169. <https://doi.org/10.25105/jti.v10i2.8400>
- Tommelein, H. B. (2007). The last planner production system workbook -Improving Reliability in Planning and Workflow. *Lean Construction Institute*, 2.0, 75. <http://www.elsevier.com/locate/scp>
- van Rooy, I. J. (2012). *Should Lean Construction be part of a construction company's objective in South Africa?* 1–76. <http://137.215.9.22/handle/2263/19882>
- Ward, S. A. (2015). *Critical Success Factors for Lean Construction Intervention*. August, 205.
- Zhang, L., & Chen, X. (2016). Role of Lean Tools in Supporting Knowledge Creation and Performance in Lean Construction. *Procedia Engineering*, 145, 1267–1274. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.163>