

# IDENTIFIKASI WASTE DALAM PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tower X, Jakarta Pusat)

Setiono, Muji Rifai, Lintang Anggana Wibawa  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jln. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Telp. 0271-634524.  
Email : [setiono@staff.uns.ac.id](mailto:setiono@staff.uns.ac.id)

## ABSTRACT

Indonesia is aggressively carrying out various kinds of construction development. However, behind the benefits, the construction world has many negative impacts such as waste that increases costs and causes project delays. Therefore, Lean Construction management is applied to reduce waste by increasing value. Waste is defined as loss due to an activity that generates costs but does not add value to the product. This study aims to find the dominant waste variable that occurs and results in project losses. To find the dominant waste variable in the project, a questionnaire was distributed and calculated using the Borda Method, then the root cause was analyzed using The 5-Why's method. The results of the calculation stated that the dominant wastes were defects, inappropriate processing, and waiting. The root cause of the waste that occurred was due to not doing the work in the right order, undisciplined subcontractor, and no confirmation of shop drawing approval from the owner.

**Keywords:** Borda Method, Lean Construction, Root Cause Analysis, Waste

## ABSTRAK

Indonesia sedang gencar melakukan berbagai macam pembangunan konstruksi. Namun, di balik berbagai manfaat yang ada, dunia konstruksi menyimpan banyak dampak negatif seperti *waste* yang membengkakkan biaya dan menyebabkan keterlambatan proyek. Maka, diterapkanlah manajemen *Lean Construction* untuk mengurangi *waste* dengan meningkatkan *value*. *Waste* dimaknai sebagai kehilangan akibat sebuah aktivitas yang menghasilkan biaya tetapi tidak menambah nilai produk. Penelitian ini bertujuan untuk mencari variabel *waste* yang dominan terjadi dan berakibat pada kerugian proyek. Untuk mencari variabel *waste* yang dominan terjadi pada proyek, dilakukan dengan penyebaran kuesioner dan dihitung dengan menggunakan Metode Borda, kemudian dianalisis akar penyebabnya dengan metode *The 5-Why's*. Hasil perhitungan menyatakan bahwa *waste* yang dominan terjadi adalah *defect*, *inappropriate processing*, serta *waiting*, masing-masing sebesar 166, 147, dan 115 poin. Akar penyebab dari *waste* yang terjadi adalah karena tidak melakukan pekerjaan sesuai dengan urutan yang tepat, sub-kontraktor yang bekerja tidak disiplin, serta tidak adanya penegasan mengenai *approval shop drawing* kepada owner.

**Kata Kunci :** *Lean Construction, Metode Borda, Root Cause Analysis, Waste*

## PENDAHULUAN

Dewasa ini, Indonesia sedang giat melakukan berbagai macam pembangunan konstruksi. Namun, dunia konstruksi yang menjadi tulang punggung pembangunan negara, ternyata menyimpan sejumlah dampak. Dampak positif yang dapat dirasakan langsung adalah turut berkembangnya sektor lain seperti industri, perdagangan, ekonomi, dan lain-lain. Sebaliknya, terdapat juga dampak negatif seperti *waste* yang akan membengkakkan biaya dan menyebabkan keterlambatan pelaksanaan proyek. Maka, untuk mengurangi *waste*, proyek konstruksi menerapkan manajemen *Lean Construction* yang diharapkan akan membantu proyek dalam meminimalkan *waste* demi tercapainya efisiensi pekerjaan.

Untuk itu, penelitian ini akan mencari tahu variabel *waste* mana yang paling dominan, serta mencari faktor penyebab *waste*, dan akar penyebab mengapa *waste* tersebut dapat terjadi di dalam penerapan *lean construction*. Peninjauan dilakukan terhadap Proyek Pembangunan Tower X yang juga telah menerapkan *lean construction*, untuk melihat apakah potensi *waste* masih terjadi di dalam proyek. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah mengenai konsep manajemen *Lean Construction*, dan sebagai bahan evaluasi untuk proses pelaksanaan proyek mendatang menggunakan manajemen *Lean Construction*.

*Waste* diartikan sebagai segala macam kehilangan akibat dari sebuah aktivitas yang secara langsung maupun tidak langsung menghasilkan biaya, tetapi tidak menambah manfaat atau nilai produk dari sudut pandang konsumen (Formoso dkk., 1999; Alwi dkk., 2002; Mudzakir dkk., 2017; Natalia dkk., 2017; Triandini dkk., 2019). *Waste* juga dapat diartikan sebagai segala kehilangan material, waktu, dan hasil moneter dari pekerjaan yang tidak menambah manfaat dari produk (Al-Moghany, 2006). Selain berpengaruh terhadap biaya, sisa material konstruksi ini juga memiliki pengaruh terhadap lingkungan (Soehardi, 2022). *Waste* dalam proyek konstruksi dapat terjadi di setiap fase, mulai dari desain, sampai dengan operasional proyek (Lingard dkk., 1997)

*Waste* dikategorikan dalam 7 kelas, antara lain sebagai berikut: 1. *Defect* (kecacatan), yaitu memproduksi barang cacat yang akan menyebabkan terjadinya penambahan biaya akibat adanya pekerjaan ulang atau perbaikan. 2. *Waiting* (waktu menunggu), yang termasuk dalam *waste* karena jika pengadaan sumber daya tidak datang tepat pada waktunya, akan menghasilkan pembengkakan biaya yang menyebabkan kerugian. 3. *Unnecessary Inventory* (persediaan yang tidak diperlukan), yaitu semakin banyak persediaan yang disimpan, akan membuat ruang penyimpanan melebihi kapasitas yang sudah ditentukan. 4. *Inappropriate Processing* (proses yang tidak sesuai), melakukan tahapan yang tidak efisien maupun tidak diperlukan untuk memproses komponen, memproduksi produk cacat, atau bahkan produk yang memiliki kualitas lebih tinggi dari yang telah disepakati. 5. *Unnecessary Motion* (gerakan yang tidak diperlukan), adalah segala bentuk pemborosan waktu dan energi yang digunakan akibat gerakan yang tidak memberikan nilai tambah. 6. *Transportation* (transportasi), *waste* ini berasal dari pemindahan atau pengangkutan yang sebenarnya tidak diperlukan. 7. *Over Production* (produksi yang berlebihan), yaitu membuat produk yang berlebih dari yang telah ditetapkan (Ohno, 2019; Lestari & Susandi, 2019; Uda dkk., 2022). Dengan mengidentifikasi setiap kategori *waste* tersebut, pihak kontraktor akan lebih mudah mencari solusi terbaik untuk mengurangi *waste* dan meningkatkan produktivitas proyek (Alwi, 2003).

### **Lean Construction**

Manajemen *Lean Construction*, atau dikenal sebagai konstruksi ramping adalah adaptasi dari konsep yang dikemukakan Toyota oleh Taiichi Ohno pada tahun 1950-an. Koskela (1992) pertama kali mencetuskan ide *Lean Construction*, dengan menyatakan bahwa aktivitas yang menambah nilai (*value*) akan membuat pekerjaan menjadi lebih efisien. Sebaliknya, pekerjaan yang tidak memberikan nilai tambah harus dikurangi atau dihilangkan agar tidak menyebabkan pemborosan.

Ciri utama *lean construction* adalah tujuannya untuk system distribusi, memaksimalkan kinerja untuk pelanggan, penerapan kontrol proyek terhadap waktu (Howell, 1999; Ady & Simanjuntak, 2021; Kusuma, 2019). Metode ini juga berkaitan erat dengan kemajuan proyek di segala aspek, mulai dari desain sampai keselamatan kerja (Setyastuti dkk., 2017).

*Lean construction* memiliki fokus pada pengurangan durasi untuk setiap item pekerjaan (Herliandre dan Suryani, 2018), dengan beberapa prinsip *lean thinking*, yaitu: 1. *specify value* yang berarti menjelaskan kebutuhan klien. 2. *Value stream*, pemetaan arus nilai. 3. *Flow*, konsep menggunakan arus nilai untuk meningkatkan jumlah efisien tahapan proyek. 4. *Pull*, kebutuhan untuk menyerahkan produk secepat mungkin. 5. *Perfection*, instruksi kerja dan pengembangan prosedur yang ditetapkan *quality control*. 6. Transparansi di setiap pekerjaan (Womack dan Jones, 2008). Dalam implementasinya, *lean construction* didukung oleh beberapa *tools* yang menjalankan fungsi masing-masing, diantaranya adalah *Last Planner System (LPS)*, *Visual Management*, *Daily Meetings and Toolbox Meetings*, *First Run Studies*, *5S Process*, *Fail safe for Quality and Safety*, serta *Preventive and Predictive Maintenance* (Tamallo dan Nursin, 2020)

Meskipun begitu, penerapan *lean construction* masih terhambat pada keterbatasan pemahaman dan pengetahuan terhadap konsep, serta bagaimana sistem *lean construction* bekerja (Wijaya dkk, 2015). Konsep *Lean* juga hanya berfokus pada proses kerja dan kurangnya peningkatan keterampilan SDM dan pemberdayaan masyarakat (Gao dan Low, 2014). Namun, *lean construction* dinilai dapat memperkecil konflik penyebab pembengkakan biaya dan penguluran jadwal (Howell, 2016) sehingga aplikasinya masih diterapkan, dibanding dengan penerapan konstruksi konvensional.

### **Metode Borda**

Metode borda digunakan untuk menetapkan pilihan terbaik dari beberapa alternatif. Metode ini memiliki kelebihan yang mampu menyatukan setiap keputusan, karena menghasilkan keputusan Tunggal berdasarkan hasil perolehan nilai tiap alternatif (Hamka dkk, 2014). Langkah dalam perhitungan ini diawali dengan memberikan nilai n-1 untuk alternatif pilihan pertama dan seterusnya, sampai nilai 0 untuk alternatif pilihan terakhir. Poin yang dimiliki setiap alternatif kemudian dijumlahkan untuk menentukan pemenangnya (Wang dan Leung, 2004)

### Root Cause Analysis

*Root cause analysis* adalah metode evaluasi terstruktur guna mengidentifikasi akar penyebab suatu kejadian yang tidak diharapkan, dan mencari Langkah-langkah pencegahan agar kejadian serupa tidak terulang. Pada penelitian ini, digunakan metode *the 5-why's*, yang mengacu pada pertanyaan yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab hubungan yang mendasari suatu masalah.

### METODE

Dalam penelitian ini, digunakan metode kuesioner yang ditujukan pada pihak kontraktor untuk mengetahui persepsi responden terhadap variabel dan faktor penyebab *waste* dominan yang terjadi di dalam proyek. Variabel dan kuesioner yang digunakan, sebagai berikut:

No.	Variabel Waste	Faktor
1	<i>Defect</i> (cacat)	a. Ketidaksesuaian proses pengerjaan
		b. Kurangnya tenaga kerja
		c. Material yang tidak sesuai standar
		d. Penyimpanan material buruk
2	<i>Waiting</i> (menunggu)	a. Perubahan desain
		b. Keterlambatan material tiba di lokasi
		c. Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
		d. Cuaca tidak mendukung
3	<i>Unnecessary Inventory</i> (persediaan yang tidak perlu)	a. Perencanaan dan penjadwalan yang buruk
		b. Keterlambatan material tiba di lokasi
		c. Penyimpanan melebihi volume gudang
		d. Material rusak karena kurangnya perawatan
4	<i>Unnecessary Motion</i> (gerakan yang tidak perlu)	a. Tata lokasi kerja yang tidak sesuai
		b. Tidak ada tempat penyimpanan khusus
		c. Metode kerja tidak konsisten
		d. Pergerakan pekerja yang tidak produktif
5	<i>Over Production</i> (produksi berlebih)	a. Penyimpanan material terlalu banyak
		b. Kehilangan material di lokasi
		c. Tidak ada pengendalian produksi
		d. Perubahan desain
6	<i>Inappropriate processing</i> (proses yang tidak sesuai)	a. Ketidaksesuaian peralatan
		b. Ketidaksesuaian prosedur kerja
		c. Kurangnya pengawasan
		d. <i>Repair</i>
7	<i>Transportation</i> (transportasi)	a. Material tidak langsung menuju lokasi proyek
		b. Tata lokasi kerja yang tidak efektif
		c. Lokasi pemesanan material terlalu jauh
		d. Jadwal pengiriman material yang tidak sesuai

Hasil dari kuesioner kemudian dihitung dengan menggunakan metode borda. Perhitungan jumlah poin dapat dituliskan dengan persamaan berikut,

$$b_i = \sum_k N - r_{ik} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

$b_i$  = Jumlah poin yang diterima tiap alternatif

$N$  = Jumlah alternatif

$r_{ik}$  = Peringkat alternatif

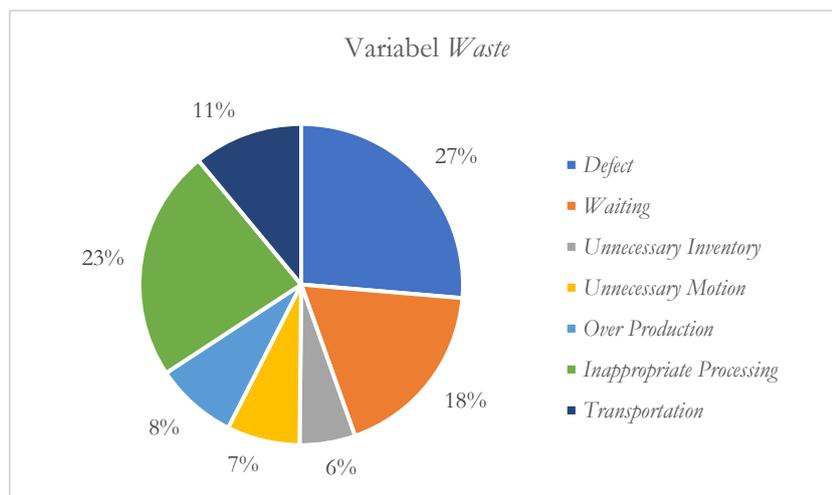
Setelah menghitung dengan metode borda, akan diketahui variabel *waste* yang paling berpengaruh, lalu akan dicari akar penyebab masalahnya. Analisis dilakukan dengan metode evaluasi *the 5-why's*, yaitu metode yang mengacu pada pertanyaan mengapa kejadian yang tidak diinginkan dapat terjadi. Jika akar masalah ditemukan, maka akan lebih mudah untuk rencana perbaikan dan juga mencegah masalah yang sama datang kembali.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah hasil kuesioner dihitung dengan menggunakan metode borda, ditemukan bahwa *defect* (kecacatan), *inappropriate processing* (proses yang tidak sesuai), dan *waiting* (waktu menunggu) adalah variabel *waste* yang paling dominan terjadi, dengan perolehan poin masing-masing sebesar 166 poin, 147 poin, dan 115 poin serta persentase kejadian mencapai 27%, 23%, dan 23%. Perolehan poin dan persentase *waste* dalam proyek selanjutnya akan ditampilkan dalam **Tabel 1** berikut.

Tabel 1 Perolehan peringkat variabel *waste*

No	Variabel Waste	Poin	Peringkat
1	<i>Defect</i> (kecacatan)	166	1
2	<i>Waiting</i> (waktu menunggu)	115	3
3	<i>Unnecessary Inventory</i> (persediaan yang tidak diperlukan)	35	7
4	<i>Unnecessary Motion</i> (Gerakan yang tidak diperlukan)	46	6
5	<i>Over Production</i> (Produksi yang berlebihan)	52	5
6	<i>Inappropriate Processing</i> (proses yang tidak sesuai)	157	2
7	<i>Transportation</i> (transportasi)	69	4



Gambar 1 Persentase Variabel *Waste*

Dari *waste* dominan tersebut, kemudian dianalisis faktor penyebab dari variabel *waste* yang memiliki pengaruh terbesar, yaitu:

1. *Defect* (kecacatan), hasil perhitungan menyatakan bahwa faktor terbesar dari variabel *defect* adalah karena ketidaksesuaian proses pengerjaan dengan jumlah poin sebesar 63 poin. Berikut dalam **Tabel 2** diperlihatkan hasil perolehan poin berdasarkan peringkat faktor *waste defect*.

Tabel 2 Perolehan peringkat faktor *waste defect*

No	Faktor Waste	Poin	Peringkat
1	Ketidaksesuaian proses pengerjaan	63	1
2	Kurangnya tenaga kerja	50	2

No	Faktor Waste	Poin	Peringkat
3	Material yang tidak sesuai standar	31	4
4	Penyimpanan material buruk	36	3

2. *Inappropriate Processing* (proses yang tidak sesuai), faktor *waste inappropriate processing* terbesar yang terjadi pada proyek ini adalah karena pekerjaan *repair* dengan perolehan sebesar 71 poin. Berikut dalam **Tabel 3** diperlihatkan hasil perolehan poin berdasarkan peringkat faktor *waste inappropriate processing*.

Tabel 3 Perolehan peringkat faktor *waste inappropriate processing*

No	Faktor Waste	Poin	Peringkat
1	Ketidaksesuaian peralatan	19	4
2	Ketidaksesuaian prosedur kerja	49	2
3	Kurangnya pengawasan	42	3
4	<i>Repair</i>	71	1

3. *Waiting* (waktu menunggu), hasil perhitungan menyimpulkan bahwa faktor terbesar dari variabel *waiting* adalah karena perubahan desain sebesar 79 poin. Berikut dalam **Tabel 4** diperlihatkan hasil perolehan poin berdasarkan peringkat faktor *waste waiting*.

Tabel 4 Perolehan peringkat faktor *waste waiting*

No	Faktor Waste	Poin	Peringkat
1	Perubahan desain	79	1
2	Keterlambatan material tiba di lokasi	51	2
3	Perencanaan dan penjadwalan buruk	30	3
4	Cuaca tidak mendukung	20	4

### Analisis Root Cause

Berikut ini adalah *root cause analysis* yang ditunjukkan dalam **Tabel 5**, dari permasalahan mengenai variabel *waste* dominan yang terjadi pada Proyek Pembangunan Tower X:

Tabel 5 Analisis *Root Cause*

Waste	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Defect</i>	Ketidaksesuaian proses pengerjaan	Kerusakan hasil pekerjaan akibat pekerjaan lain	Tidak melakukan urutan pekerjaan yang tepat			
<i>Inappropriate processing</i>	<i>Repair</i>	Hasil pekerjaan tidak sesuai dengan spesifikasi	Tidak melakukan urutan pekerjaan yang tepat	Menunggu sub-kon dalam pemasangan instalasi	Sub-kon yang bekerja kurang disiplin waktu	

Waste	Faktor	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Waiting	Perubahan desain	Penyesuaian dengan permintaan <i>owner</i>	Tidak menetapkan maksimal <i>approval shop drawing</i>			

Dari hasil analisis akar penyebab di atas, ditemukan bahwa *waste defect* disebabkan oleh tidak dilakukannya urutan pekerjaan yang tepat, *waste inappropriate processing* karena sub-kon kurang disiplin waktu, sementara untuk *waste waiting* akar penyebabnya adalah tidak ditetapkannya maksimal *approval shop drawing*. Untuk rekomendasi pencegahan *waste defect* adalah dengan dilakukannya urutan pekerjaan yang tepat dan diawasi oleh pelaksana/mandor agar pekerjaan tidak menimbulkan kecacatan. Rekomendasi pencegahan untuk *waste inappropriate processing* adalah dengan melakukan penegasan kepada sub-kon agar tidak terjadi keterlambatan pekerjaan. Sementara untuk *waste waiting*, adalah menetapkan *approval shop drawing* dan melakukan penegasan kepada *owner* sebelum dilakukannya pekerjaan, agar tidak menimbulkan waktu tunggu akibat perubahan desain.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian mengenai identifikasi *waste* dalam penerapan *Lean Construction* dengan studi kasus proyek Pembangunan Tower X, dirumuskan dalam proyek berikut:

1. Perhitungan dengan metode borda, menunjukkan bahwa variabel *waste* yang dominan dalam keberjalanannya proyek adalah variabel *defect* (kecacatan), *inappropriate processing* (proses yang tidak sesuai), dan *waiting* (waktu menunggu)
2. Akar permasalahan penyebab *waste* pada proyek Pembangunan Tower X diambil dari *waste* yang dominan terjadi.
  - Variabel *waste defect* karena ketidaksesuaian proses pengerjaan diakibatkan oleh tidak dilakukannya pekerjaan sesuai dengan urutan yang tepat
  - Variabel *waste inappropriate processing* akibat pekerjaan *repair* adalah karena sub-kon yang bekerja tidak disiplin waktu, sehingga menyebabkan kerusakan hasil pekerjaan akibat pekerjaan lain
  - Variabel *waste waiting* akibat perubahan desain disebabkan oleh tidak dilakukannya penegasan kepada *owner* untuk penetapan maksimal *approval shop drawing*.

## REKOMENDASI

Menurut hasil penelitian, didapat beberapa rekomendasi, antara lain:

1. Perlunya keterlibatan seluruh pihak terkait dalam proyek untuk mencegah keberadaan *waste* guna meningkatkan nilai tambah pada proyek, yaitu dengan memperhatikan konsep dan pendekatan, serta mengawasi jalannya penerapan dalam manajemen *lean construction*.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukannya analisis lebih luas di lingkup pekerjaan lain terhadap faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya *waste*, sehingga dapat diketahui akar penyebab dan upaya pencegahannya agar mencapai sasaran dalam konsep manajemen *lean construction*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh dosen, mahasiswa, dan laboran di Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret yang telah membantu dalam kegiatan penelitian dan penulisan artikel ini.

## REFERENSI

- Ady, W., & Simanjuntak, M. R. A. (2021). PRODUKTIVITAS PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG MELALUI PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION: SEBUAH STUDI LITERATUR. *Civil Engineering, Environmental, Disaster & Risk Management Symposium (CEEDRiMS) Proceeding 2021*.
- Al-Moghany, S. S. (2006). *Managing and minimizing construction waste in Gaza Strip*.
- Alwi, S. (2003). Factors influencing construction productivity in the Indonesian context. *5th EASTS Conference*.

- Alwi, S., Mohamed, S., & Hampson, K. (2002). Waste in the Indonesian construction projects. *Proceedings of the 1st CIB-W107 International Conference-Creating a Sustainable Construction Industry in Developing Countries*, 305–315.
- Formoso, C. T., Isatto, E. L., & Hirota, E. H. (1999). Method for waste control in the building industry. *Proceedings IGLC*, 7, 325.
- Gao, S., & Low, S. P. (2014). Lean construction management. *Springer, Singapore, Doi*, 10, 978–981.
- Hamka, M., Utami, E., & Amborowati, A. (2014). Sistem Pendukung Keputusan Kelompok Metode Topsis dan Borda untuk Penentuan Bakal Calon Haji. *SEMNASSTEKNOMEDIA ONLINE*, 2(1), 2-04.
- Herliandre, A., & Suryani, F. (2018). Penerapan konstruksi ramping (Lean construction) pada pembangunan gedung di Bintaro. *IKRA-ITH TEKNOLOGI: Jurnal Sains & Teknologi*, 2(3), 34–41.
- Howell, G. A. (1999). What is lean construction-1999. *Proceedings IGLC*, 7, 1.
- Kusuma, D. P. A. (2019). Implementasi Lean Construction Untuk Meminimalkan Waste Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Riau) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction* (Vol. 72). Stanford university Stanford.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. *Design and Construction: Building in Value*, 291, 211–226.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2019, August). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 10, No. 1, pp. 567-575).
- Lingard, H., Graham, P., & Smithers, G. (1997). Waste management in the Australian construction industry: a human factors approach. *13th Annual ARCOM Conference; Cambridge: Association of Researchers in Construction Management*, 203–212.
- Mudzakir, A. C., Setiawan, A., Wibowo, M. A., & Khasani, R. R. (2017). Evaluasi waste dan implementasi lean construction (studi kasus: Proyek pembangunan gedung serbaguna taruna politeknik ilmu pelayaran Semarang). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 145-158.
- Natalia, M., Partawijaya, Y., & Mirani, Z. (2017). Analisa Faktor Resiko Construction Waste pada Proyek Konstruksi di Kota Padang. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 14(2), 39-45.
- Ohno, T., & Bodek, N. (2019). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press.
- Soehardi, F., & Dinata, M. (2022). Identifikasi Parameter Pencegahan Material Sisa Kontruksi (Contruction Waste). *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 8(1), 39–48.
- Tamallo, M. G., & Nursin, A. (2020). Evaluasi non-physical waste dengan lean construction pada proyek gedung sanggala. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 12–18.
- Triandini, A., Waluyo, R., & Nuswantoro, W. (2019). Konsep dan Penerapan Waste Management Pada Kontraktor Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 2(2), 90-100.
- Uda, S. A. K. A., Nuswantoro, W., & Lestari, P. O. (2022). Identifikasi Penanganan Waste Material Berdasarkan Pandangan Kontraktor Dan Konsultan Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 21(1), 15-25.

- Wijaya, M. R. A., Hatmoko, J. U. D., & Suripin, S. (n.d.). Assessment of Lean Construction Principles: A Case Study at Semarang Medical Centre Hospital Project. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 21(2), 91–100.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148.
- 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.