

Production System

ANALISIS PEMBOROSAN PADA PRODUKSI BETON COR DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING

Trisna^{1*}, Defi Irwansyah¹, Revit Zulhakim¹ dan Mochamad Ari Saptari²

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

* Corresponding Author: trisna@unimal.ac.id

Web Journal : <https://journal.unimal.ac.id/miej>

DOI: <https://doi.org/10.53912/iej.v10i2.735>

Abstrak – Proses produksi beton cor dan aspal masih banyak dijumpai pemborosan karena jarak perpindahan material yang cukup jauh. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam meminimasi pemborosan adalah menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Melalui *value stream mapping*, pemborosan dikelompokkan semua kegiatan ke dalam aktivitas memberi dan tidak memberi nilai tambah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang menjadi penyebab pemborosan, meminimumkan *lead time* dan meningkatkan *process cycle efficiency* pada proses produksi beton cor dan aspal. Usulan perbaikan proses produksi dapat meminimasi pemborosan waktu sebesar 21.51%. Untuk dapat mengatasi terjadinya pemborosan di sepanjang aliran proses produksi, pihak perusahaan dituntut untuk dapat melakukan perbaikan dalam bekerja sehingga perusahaan dapat mencapai *lean manufacturing*.

Kata Kunci: *Lead Time, Lean Manufacturing, Pemborosan, Process Cycle Efficiency, Value Stream Mapping*

1 Pendahuluan

Persaingan kompetitif menuntut setiap perusahaan untuk meningkatkan nilai tambah pada setiap produk yang dihasilkannya. Begitu juga bagi perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan beton cor dan aspal harus mengupayakan hasil produk sesuai dengan permintaan konsumen untuk memenuhi kepuasan. Untuk itu pihak perusahaan perlu mengatur aliran proses produksinya agar tidak terjadi keterlambatan dengan mengurangi aktivitas yang menyebabkan pemborosan (*waste*) seperti waktu menunggu dan transportasi.

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan beton cor dan aspal yang memiliki kapasitas produksi beton cor sebanyak 60 m³/jam. Pada proses produksi beton cor terdapat beberapa aktivitas dijumpai ada pemborosan-pemborosan seperti gerakan operator tidak memberikan nilai tambah dan jarak perpindahan material cukup jauh yaitu lebih dari 100 m.

Salah satu pendekatan untuk mengurangi pemborosan dan efisiensi proses adalah dengan penerapan *lean manufacturing*. Pendekatan ini diadopsi dari sistem produksi Toyota yang berorientasi pada pengurangan pemborosan pada sistem produksi Prinsip *lean manufacturing* meliputi mengidentifikasi nilai

produk, memetakan proses pada *value stream*, menghilangkan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah, mengatur jalannya material, informasi, dan produk agar dapat mengalir secara baik, dan melakukan perbaikan secara terus menerus-menerus [1].

Value stream mapping (VSM) digunakan untuk memetakan aktivitas yang memberi dan tidak memberi nilai tambah, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah untuk mengeliminasi pemborosan yang ada [1].

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pendekatan *lean manufacturing* dan VSM telah diaplikasikan untuk mengurangi pemborosan dalam berbagai sektor industri seperti otomotif[2][3], baja[4], prosedur jasa radiologi[5], roti [6], konstruksi [7][8], dan lain-lain.

Berdasarkan penelitian terdahulu, pengurangan pemborosan dengan *lean manufacturing* dapat diterapkan pada industri jasa maupun manufaktur. Hal memotivasi kami untuk menggunakan pendekatan tersebut untuk mengurangi pemborosan pada industri pembuatan beton cor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada produksi beton cor dan memberi usulan perbaikan lintasan produksi yang lebih efisien.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian pada salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan beton cor dan aspal di Aceh Utara.

2.1 Jenis Data

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung berupa waktu siklus untuk proses pembuatan beton cor (*ready mix concrete*) yang diukur menggunakan *stopwatch* dan uraian proses produksi. Data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan, dokumen perusahaan yang meliputi jam kerja dan jumlah operator.

2.2 Metode Analisis Data

Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi pemborosan yang ada dan mencari akar permasalahan dan cara memperbaikinya dengan langkah-langkah sebagai:

1. Menentukan waktu normal (W_n) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_n = W_s (1 + RF) \quad (1)$$

dengan,

W_s = waktu siklus

RF = Rating faktor

2. Menentukan waktu baku (W_b) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_b = W_n + \frac{100\%}{100\% - allowance} \quad (2)$$

3. Analisis aktivitas memiliki dan tidak memiliki nilai tambah dengan *value stream mapping (VSM)*

4. Identifikasi pemborosan dalam proses.

Pemborosan atau *waste* merupakan setiap kegiatan dalam suatu proses yang tidak menambahkan nilai kepada konsumen[9]. Pemborosan menyebabkan penggunaan sumber daya seperti pengeluaran tenaga, biaya ataupun waktu tambahan tetapi tidak menambahkan nilai tambah apapun dalam kegiatan tersebut.

5. Menghitung *process cycle efficiency* dengan rumus sebagai berikut:

$$Process\ Cycle\ Efficiency = \frac{Value\ Added\ Time}{Manufacturing\ Lead\ Time} \quad (3)$$

6. Perancangan *Future State Map*

Tahapan ini memetakan usulan perbaikan aliran bahan dan informasi pada keseluruhan proses produksi.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Waktu Siklus

Berdasarkan pengamatan terdapat 16 aktivitas dalam proses produksi pembuatan beton cor. Waktu siklus setiap aktivitas diambil sebanyak 10 kali pengulangan dengan bantuan *stopwatch* dengan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Waktu siklus rata-rata setiap aktivitas proses produksi beton cor

No	Aktivitas	Waktu Siklus rata-rata (detik)
1	Operator mengambil pasir dari <i>stock yard</i> menggunakan <i>wheel loader</i>	39.5
2	Pasir diangkut menuju <i>coldbin</i>	39
3	Pasir dituang ke dalam <i>Coldbin</i>	33.3
4	Batu Split diambil oleh operator dari <i>stock yard</i> menggunakan <i>wheel loader</i>	41.9
5	Batu Split diangkut menuju <i>coldbin</i>	49.2
6	Batu Split dituang ke dalam <i>coldbin</i>	40.4
7	Operator mengambil semen dan diangkut menuju <i>batching plant</i>	402.2
8	Semen dimasukkan ke dalam <i>batching plant</i> oleh operator	763.3
9	Operator menimbang Pasir, batu split (agregat) sesuai <i>mix design</i>	61
10	Operator menuang agregat ke dalam <i>belt conveyor</i>	33.9
11	Agregat diangkut menggunakan <i>belt conveyor</i> menuju mesin <i>mixer batching plant</i> oleh operator	116.3
12	Semen, air dan zat aditif dituang dari silo kedalam mesin dengan volume sesuai <i>mix design</i> bersamaan dengan dituangnya agregat	348.3
13	Semen, agregat, air dan zat aditif diaduk secara bersamaan menjadi adonan beton cor menggunakan mesin <i>mixer batching plant</i> sampai menjadi homogen.	369.3
14	Beton cor dituang kedalam <i>mixer truck</i> oleh operator	130.1
15	<i>Helper</i> membersihkan <i>mixer truck</i> dan membersihkan area penuangan beton cor ke <i>mixer truck</i>	325.7
16	Operator mengangkut beton cor ke stasiun penimbangan dengan menggunakan <i>mixer truck</i>	116.5

Berdasarkan hasil uji keseragaman dan kecukupan data menunjukkan bahwa 10 pengambilan data waktu siklus sudah seragam dan cukup sehingga selanjutnya dapat dihitung waktu normal dan baku setiap aktivitas.

3.2 Waktu Baku

Sebelum menghitung waktu baku untuk setiap aktivitas terlebih dahulu ditentukan waktu normal dengan menggunakan persamaan 1. Penilaian *rating factor* untuk masing- masing operator dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2 Penilaian *rating factor* setiap operator

No	Faktor	Operator 1	Operator 2	Helper 1	Helper 1
1	Keterampilan	+0,08	+0,08	+0,03	+0,03
2	Usaha	+0,02	+0,05	+0,10	+0,10
3	Kondisi Kerja	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Konsistensi	0,00	+0,01	+0,03	+0,03
		0,10	0,14	0,16	0,16

Setelah *rating factor* diperoleh, selanjutnya dapat dihitung waktu siklus untuk setiap aktivitas seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Waktu normal untuk setiap aktivitas

Aktivitas	Waktu Siklus (detik)	1+Rf	Waktu Normal (detik)
1	39.5	1.10	43.45
2	39	1.10	42.9
3	33.3	1.10	36.63
4	41.9	1.10	46.09
5	49.2	1.10	54.12
6	40.4	1.10	44.44
7	402.2	1.10	442.42
8	763.3	1.14	870.162
9	61	1.14	69.54
10	33.9	1.14	38.65
11	116.3	1.14	132.58
12	348.3	1.14	397.06
13	369.3	1.14	421.002
14	130.1	1.14	148.31
15	325.7	1.16	377.81
16	116.5	1.14	132.81

Setelah diperoleh waktu normal selanjutnya dihitung waktu baku untuk setiap aktivitas menggunakan persamaan 2. Penetapan kelonggaran (*allowance*) untuk setiap operator dan helper berdasarkan karakteristik dari pekerjaan yang dilakukannya yang meliputi jenis kelamin pekerja, tenaga yang dikeluarkan, sikap dan gerakan kerja, kelelahan mata, suhu dan lingkungan kerja, dan kebutuhan pribadi. Kelonggaran untuk setiap aktivitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Penetapan kelonggaran untuk operator dan helper

Operator/Helper	Kelonggaran
Operator 1	13,0 %
Operator 2	15,0%
Helper 1	17,0%
Helper 2	17,0

Dengan menggunakan persamaan 2, waktu baku setiap aktivitas proses produksi beton cor dapat diperoleh seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

3.3 Manufacturing Lead Time dan Efisiensi Siklus Proses

Manufacturing Lead Time adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses produksi dari awal sampai dengan akhir [10]. Perhitungan *Manufacturing Lead Time* pada proses produksi beton cor ini dilakukan dengan menjumlahkan seluruh waktu baku setiap aktivitas pada Tabel 5 yaitu sebesar 2975,76 detik.

Process cycle efficiency merupakan suatu ukuran yang mengidentifikasi sejumlah proses yang memberikan nilai tambah [10]. Dalam melakukan perhitungan nilai *process cycle efficiency*, terlebih dahulu

yang harus dilakukan adalah mengelompokkan aktivitas yang memberi dan tidak memberi nilai tambah. Pengelompokan aktivitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Waktu baku setiap aktivitas proses produksi beton cor

Aktivitas	Waktu Norma (detik)	Kelonggaran (%)	Waktu Baku (detik)
1	43.45	13	49.94
2	42.9	13	49.31
3	36.63	13	42.10
4	46.09	13	52.98
5	54.12	13	62.21
6	44.44	13	51.08
7	442.42	13	508.53
8	870.162	15	1000.19
9	69.54	15	79.93
10	38.65	15	44.42
11	132.58	15	152.39
12	397.06	15	456.39
13	421.002	15	483.91
14	148.31	15	170.48
15	377.81	17	434.27
16	132.81	15	152.66

Tabel 6 Value Added Time dan Non Value Added Time

Aktivitas	Value Added Time (VA), detik	Non Value Added Time (NVA), detik
1		49.94
2		49.31
3	42.10	
4		52.98
5		62.21
6	51.08	
7		508.53
8		1000.19
9	79.93	
10	44.42	
11	152.39	
12	456.39	
13	483.91	
14	170.48	
15		434.27
16		152.66
Total	1480,7	2310.09
Persentase	39 %	61%

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa aktivitas non value added memberi kontribusi terbesar pada proses produksi beton cor sebesar 61% atau *process cycle efficiency* sebesar 39 %. Rendahnya nilai efisiensi siklus proses menunjukkan proses kerja dilakukan kurang efisien, sehingga perlu dilakukan perbaikan.

3.4 Process Activity Mapping

Process activity mapping alat ini sering digunakan oleh ahli teknik industri untuk memetakan keseluruhan aktivitas secara detail guna mengeliminasi *waste*. *Process* ini memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu dan jarak yang diperlukan untuk setiap aktivitas, serta tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produk [11]. *Process activity mapping* pada proses produksi beton cor dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 *Process activity mapping* pada proses produksi beton cor

Aktivitas	Waktu Baku (detik)	O	D	T	S	I	NVA /VA	Keterangan
1	49.94			T			NVA	Terjadinya perpindahan bahan baku yang berulang.
2	49.31			T			NVA	
3	42.10	O					VA	Tidak terjadi pemborosan
4	52.98			T			NVA	Terjadinya perpindahan bahan baku yang berulang
5	62.21			T			NVA	
6	51.08	O					VA	Tidak terjadi pemborosan
7	508.53			T			NVA	Jarak transportasi semen ke <i>batching plant</i> 3,1 Km.
8	1000.2		D				NVA	Terjadi waktu tunggu untuk proses pemasukkan semen ke dalam <i>batching plant</i> .
9	79.93	O					VA	Pada aktivitas ini batu dan pasir sudah dicampur sehingga memiliki nilai tambah terhadap produk.
10	44.42	O					VA	Tidak terjadi pemborosan
11	152.39	O					VA	Tidak terjadi pemborosan
12	456.39	O					VA	Aktivitas ini merupakan proses semua bahan dicampurkan sehingga memberi nilai tambah.
13	483.91	O					VA	Aktivitas ini merupakan pencampuran semua bahan baku sehingga membentuk produk jadi sehingga memberi nilai tambah
14	170.48	O					VA	Tidak terjadi pemborosan
15	434.27					I	NVA	Helper melakukan pembersihan berulang-ulang.
16	152.66			T			NVA	Jarak perpindahan produk jadi ke tempat penimbangan cukup jauh

Keterangan:

O = Operasi

D = *Delay* (Menunggu)

T = Transportasi

S = *Storage* (Penyimpanan)

I = *Inspeksi* (Pemeriksaan)

3.5 Perhitungan *takt time*

Takt time adalah waktu yang dibutuhkan oleh proses produksi dalam menghasilkan setiap unit produk agar

dapat memenuhi permintaan pelanggan. Pada umumnya, perhitungan melibatkan ketersediaan waktu kerja yang diperuntukan dalam memproduksi jumlah yang dibutuhkan. Jumlah permintaan 17153,1 kubik perbulannya. Waktu produksi yang tersedia dalam satu shift kerja adalah 7 jam. Dalam 1 bulan terdiri 4 minggu dan dalam 1 minggu terdapat 6 hari kerja. Maka waktu kerja yang tersedia adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{Waktu\ Kerja\ Tersedia}{\frac{Permintaan\ Konsumen}{168\ Jam/Bulan}}$$

$$Takt\ time = \frac{17153,1}{168}$$

$$Takt\ time = 0,0098\ Jam = 35,28\ detik$$

Adapun hasil rekapitulasi perhitungan *takt time* pada proses pembuatan beton cor dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Rekapitulasi Perhitungan *Takt Time*

Aktivitas	Waktu Baku (Detik)	Cycle Time	Takt Time
1	49.94	39.5	35.28
2	49.31	39	35.28
3	42.10	33.3	35.28
4	52.98	41.9	35.28
5	62.21	49.2	35.28
6	51.08	40.4	35.28
7	508.53	402.2	35.28
8	1000.19	763.3	35.28
9	79.93	61	35.28
10	44.42	33.9	35.28
11	152.39	116.3	35.28
12	456.39	348.3	35.28
13	483.91	369.3	35.28
14	170.48	130.1	35.28
15	434.27	325.7	35.28
16	152.66	116.5	35.28

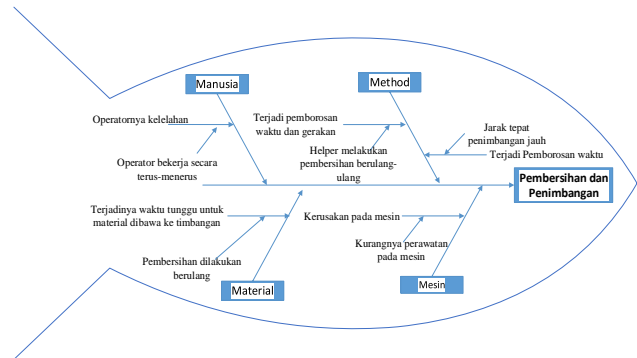
Berdasarkan data pengamatan diketahui bahwa uraian proses aktivitas kerja yang dilakukan ada sebanyak 16 proses kerja. Dari *Process Activity Mapping* dan Perancangan *current value stream mapping* yang dilakukan, maka diidentifikasi sumber pemborosan (*waste*), yakni aktivitas pada perpindahan material, transportasi dan *delay*. Dari ketiga kegiatan aktivitas *non value added* ini, kesemuanya dapat dilakukan perbaikan.

Perbaikan yang dilakukan yaitu meminimasi waktu proses dari kegiatan tersebut dengan menggunakan *takt time*. Minimasi waktu proses yang dilakukan pada kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi beton cor. Kegiatan 1, 2, 4, dan 5 dilakukan meminimasi waktu prosesnya dikarenakan proses pemindahan bahan baku yang dilakukan berulang-ulang sehingga terjadi pemborosan waktu, seharusnya cukup melakukan sekali pemindahan bahan baku saja sehingga waktu proses produksi bisa lebih efektif dan efisien. Kemudian pada proses aktivitas 7, dan 8 juga dilakukan minimasi waktu karena pada proses aktualnya transportasi semen sangat jauh kurang lebih 3,1 Km sehingga terjadi pemborosan waktu. Seharusnya perusahaan harus memiliki simpanan cadangan semen digudang sehingga pada proses produksinya bisa berjalan

lancar dan jarak transportasinya tidak jauh dan dapat meminimasi waktu transportasi semennya.

Aktivitas proses 15 helper melakukan pembersihan berulang-ulang sehingga terjadinya pemborosan waktu dan pemborosan gerakan pada helpernya, seharusnya pemborosan tersebut dapat diminimalkan dengan cara helper cukup melakukan pembersihan sekali saja.

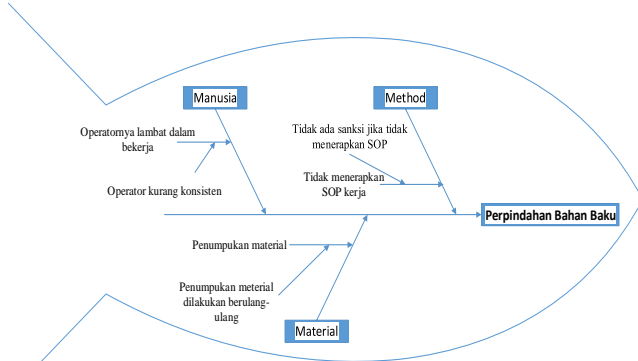
Aktivitas 16 dilakukan minimasi waktu, dikarenakan jarak tempuh antara peroduk jadi ke tempat penimbangan cukup jauh ±300 meter sehingga terjadi pemborosan waktu pada saat transportasi produk jadi ke stasiun timbangannya, seharusnya jarak produk jadi ke stasiun timbangan dapat diminimalkan sehingga bisa mengurangi waktu pada proses transportasi.



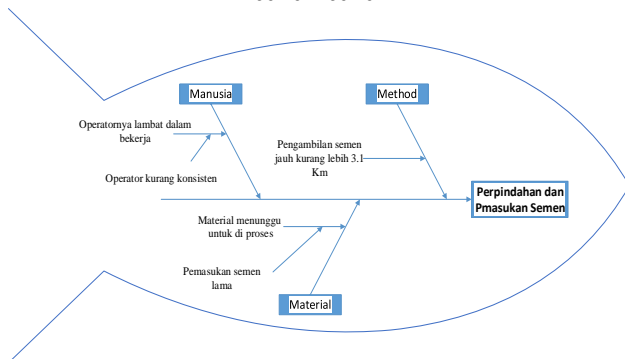
Gambar 3 Cause and Effect Diagram Proses Pembersihan dan Penimbangan

3.6 Identifikasi penyebab pemborosan

Untuk mengidentifikasi penyebab pemborosan digunakan diagram sebab-akibat yang diperoleh berdasarkan kompilasi pendapat beberapa pekerja yang berpengalaman pada perusahaan. Hasil pemetaan, proses yang mengalami pemborosan adalah proses perpindahan bahan baku, proses pengambilan dan pemasukan semen, serta proses pembersihan dan penimbangan. Diagram sebab akibat untuk setiap pemborosan masing-masing dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.



Gambar 1 Diagram sebab akibat proses perpindahan bahan baku



Gambar 2 Cause and Effect Diagram Proses Pembersihan dan Penimbangan

3.7 Usulan Perbaikan Lead Time dan Process Cycle Efficiency

Setelah didapat penyebab pemborosannya kemudian akan dilakukan perhitungan kembali mengenai peningkatan kecepatan proses produksi yang diestimasikan. Adapun perbaikan pada *manufacturing lead time* dan *process cycle efficiency* dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini:

Tabel 9 Perhitungan Manufacturing Lead Time

Aktivitas	Waktu Baku (Detik)
1	4.22
2	3.72
3	42.1
4	6.62
5	13.92
6	51.08
7	366.92
8	728.02
9	79.93
10	44.42
11	152.39
12	456.30
13	483.91
14	170.48
15	290.42
16	81.22
Total	2975,76

Sebelum dilakukannya perhitungan efisiensi siklus proses, terlebih dahulu kegiatan dikelompokkan kepada bernilai tambah dan tidak bernilai tambah terhadap proses, seperti ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Rekapitulasi Value Added Time dan Non Value Added Time

Aktivitas	Value Added Time (Detik)	Non Value Added Time (Detik)
1		4,22
2		3,72
3	42,1	
4		6,62
5		13,92
6	51,08	
7		366,92

Aktivitas	Value Added Time (Detik)	Non Value Added Time (Detik)
8		728,02
9	79,93	
10	44,42	
11	152,39	
12	456,39	
13	483,91	
14	170,48	
15		290,42
16		81,22
Total	1480,7	1495,06

Perhitungan *Process Cycle Efficiency* untuk keseluruhan aktivitas proses adalah sebagai berikut:

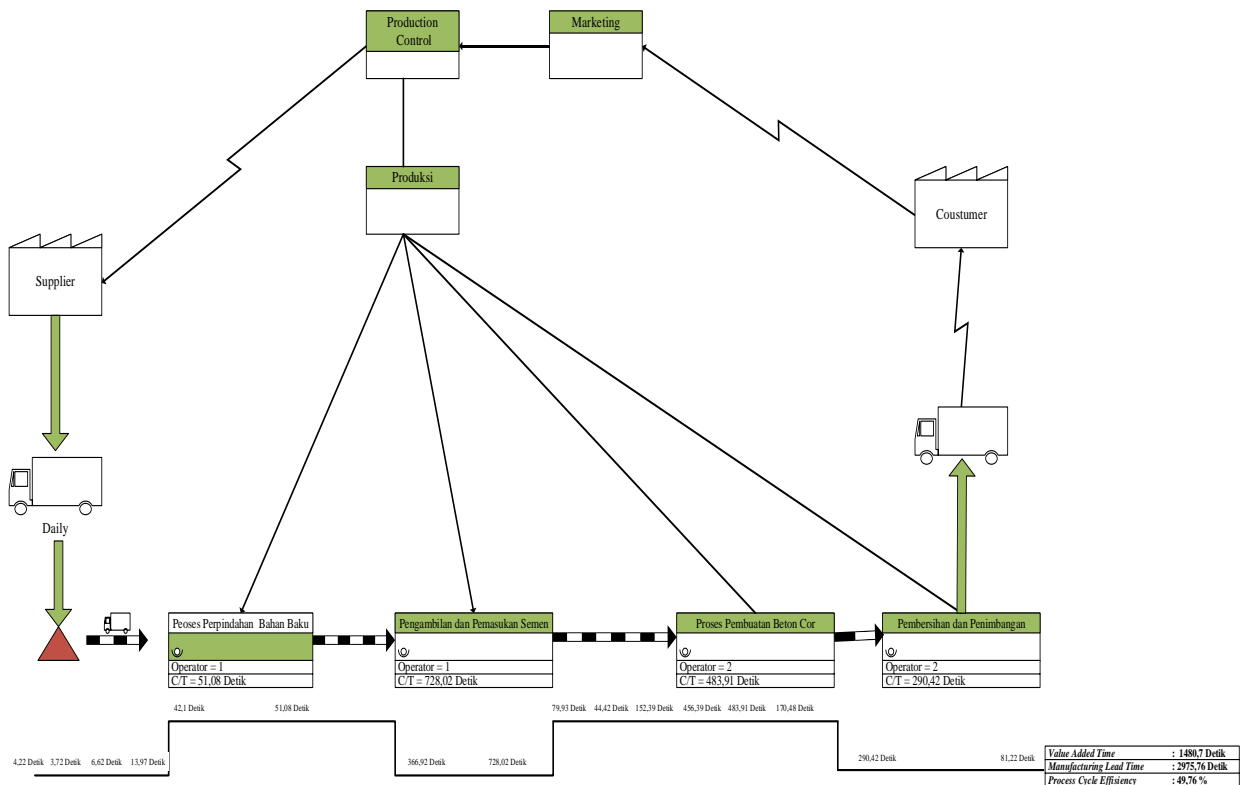
$$Process\ Cycle\ Efficiency = \frac{Value\ Added\ Time}{Manufacturing\ Lead\ Time}$$

$$= \frac{1480,7}{2975,76} = 49,76\%$$

Usulan perbaikan menunjukkan adanya peningkatan efisiensi siklus proses menjadi 49,76% dari sebelumnya.

3.8 Perancangan Future Value Stream Mapping

Berikut ini merupakan *Future Value Stream Map* (FVSM) untuk lintasan proses beton cor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Perancangan future value stream mapping

3.9 Perbandingan Hasil Sebelum dan Setelah Perbaikan

Setelah dilakukannya perhitungan pada waktu proses produksi beton cor menunjukkan *manufacturing lead time* mengalami perbaikan. Perbandingan *manufacturing lead time* sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada tabel 11 berikut:

Tabel 11 Perbandingan Aktual dan Usulan *Manufacturing Lead Time*

Keterangan	Manufacturing Lead Time
Aktual	3790,79 detik
Usulan	2975,76 detik

Tabel 11 dapat dilihat usulan perbaikan aliran produksi dapat meminimisasi lead time menjadi 2975,76 detik atau sebesar 21,5%

Adapun perbandingan *process cycle efficiency* sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12 Perbandingan Aktual dan Usulan *Process Cycle Efficiency*

Keterangan	Process Cycle Efficiency
Aktual	39,06 %
Usulan	49,76 %

Selain mengurangi *lead time* proses manufaktur, pendekatan lead manufacturing dapat mengurangi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah sehingga meningkatkan efisiensi siklus proses. Tabel 12

menunjukkan efisiensi siklus proses meningkat menjadi 49,76% dari sebelumnya 39,06%.

4 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada setiap tahapan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini identifikasi pemborosan berdasarkan *manufacturing lead time, process avitivity mapping*. Jenis pemborosan terjadi pada proses produksi beton cor yaitu pada transportasi, perpindahan material dan *delay*. Didapatkan hasil berdasarkan minimasi waktu pada ketiga jenis pemborosan yang terjadi yaitu pada proses aktualnya sebesar 3790,79 detik atau sama dengan 63,18 menit dan pada kondisi usulan sebesar 2975,76 detik sama dengan 49,59 menit
2. Berdasarkan analisis, aktivitas keseluruhan *non value added* mencapai 61% dari keseluruhan aktivitas proses produksi beton cor dan aktivitas *value added* sebesar 39%. Aktivitas *non value added* yang dominan adalah transportasi untuk pengangkutan material, perpindahan material, dan waktu tunggu yang terjadi pada saat proses memasukkan semen kedalam *batching plant*.

Daftar Pustaka

- [1] Martin, K. dan Osterling, M. (2014). Value stream mapping. *Estados Unidos América Shingo Inst.*
- [2] Lacerda, A.P., Xambre, A.R., dan H. M. Alvelos, H.M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 6, pp. 1708–1720.
- [3] Sheth, P.P., Deshpande, V.A., dan Kardani, H.R. (2014). Value stream mapping: a case study of automotive industry. *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 310–314.
- [4] Schoeman, Y., Oberholster, P. dan Somerset, V. (2020). Value stream mapping as a supporting management tool to identify the flow of industrial waste: A case study. *Sustainability*, vol. 13, no. 1, p. 91.
- [5] Teichgräber, U.K, dan de Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents,” *Eur. J. Radiol.*, vol. 81, no. 1, pp. e47–e52.
- [6] Goriwondo, W.M, Mhlanga, S. dan Marecha, A. (2011). Use of the value stream mapping tool for waste reduction in manufacturing. Case study for bread manufacturing in Zimbabwe.
- [7] Vilventhan, A., Ram, V.G., dan Sugumaran, S. (2019). Value stream mapping for identification and assessment of material waste in construction: A case study, *Waste Manag. Res.*, vol. 37, no. 8, pp. 815–825.
- [8] Ramani, P.V dan KSD, L.K.L. (2019). Application of lean in construction using value stream mapping, *Eng. Constr. Archit. Manag.*
- [9] Chiarini, A. (2013). The seven wastes of lean organization,” in *Lean organization: From the tools of the Toyota production system to lean office*, Springer, 2013, pp. 15–30.
- [10] Karmarkar, U.S. (1993). Manufacturing lead times, order release and capacity loading,” *Handbooks Oper. Res. Manag. Sci.*, vol. 4, pp. 287–329.
- [11] Hines P. et al. (1998). Value stream management, *Int. J. Logist. Manag.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–42.