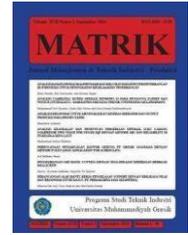




MATRIK

Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi

Journal homepage: <http://www.journal.umg.ac.id/index.php/matriks>



## Mereduksi Waste pada Konstruksi Pembangunan Fasilitas Gedung di Universitas Riau dengan Konsep Lean Construction Studi Kasus : PT. Brantas Abipraya

Sandi Rahmat Harsa<sup>1\*</sup>, Suherman<sup>2</sup>, Melfa Yola<sup>3</sup>, Muhammad Nur<sup>4</sup>, Harpito<sup>5</sup>

Program Studi Teknik Industri- Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Kampus Panam Jl. H.R. Soebrantas No. 155 Km 15, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru 28293,  
Indonesia

[sandirahmatharsa22@gmail.com](mailto:sandirahmatharsa22@gmail.com)

\* corresponding author

### INFO ARTIKEL

doi: 10.350587/Matrik  
v24i1.5837

#### Jejak Artikel :

Upload artikel

20 Des 2023

Revisi

08 Januari 2024

Publish

31 Maret 2024

#### Kata Kunci :

Lean Construction, Waste,

Waste Assesment

Questionnare dan Waste

Assesment Model.

### ABSTRAK

PT.Brantas Abipraya melaksanakan proyek pembangunan fasilitas gedung di Universitas Riau. Jangka Keterlambatan suatu proyek konstruksi dapat terjadi akibat tidak produktifnya setiap elemen-elemen yang terlibat didalam proyek tersebut. Keterlambatan dapat berdampak pada terjadinya pemborosan (waste). Waste mengakibatkan terjadinya kerugian biaya pada suatu proyek konstruksi. Perbaikan dengan metode Lean Construction dilakukan dalam penelitian ini. Waste yang terjadi diidentifikasi dengan metode WAM (Waste Assessment Model). Berdasarkan hasil identifikasi didapatkan waste yang muncul yaitu waste defect sebesar 20,68%, diikuti oleh waste inventory sebesar 18,48%, waste motion 14,56%, waste overproduction sebesar 13,37, waste waiting 12,83%, waste transportasi 10,48% dan desain service 2,93%. Kerugian biaya akibat waste tersebut adalah sebesar Rp. 4.823.400.000. Faktor yang menyebabkan terjadinya waste tersebut adalah lingkungan yaitu cuaca yang tidak dapat diprediksi, terjadi kerusakan pada mesin, keterlambatan ketersediaan material, penyimpanan material yang tidak pada tempatnya, serta pekerja yang tidak ahli.

### ABSTRACT

PT. Brantas Abipraya carried out a building facilities construction project at the University of Riau. Delays in a construction project can occur due to unproductiveness of each element involved in the project. Delays can result in waste. Waste results in cost losses on a construction project. Improvements using the Lean Construction method were carried out in this research. The waste that occurs is identified using the WAM (Waste Assessment Model) method. Based on the identification results, it was found that the waste that emerged was defect waste of 20,68%, inventory waste of 18,48%, motion waste of 14,561%, overproduction waste of 13,37%, waiting waste of 12,83%, transportation waste of 10,48%, and design & service 2,93%. The cost loss due to this waste is IDR. 4.823.400.000. Factors that cause this waste to occur are the environment, namely unpredictable weather, damage to machines, delays in material availability, inappropriate storage of materials, and unskilled workers.



## 1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur adalah suatu rangkaian yang terdiri atas beberapa bangunan fisik yang masing-masing saling mengkait dan saling ketergantungan satu sama lainnya infrastruktur merujuk pada sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunan- dan/atau pelaksanaan beserta pengawasan yang mencakup arsitektural, sipil, mekanikal, elektrikal, dan tata lingkungan masing- masing beserta kelengkapannya, untuk mewujudkan suatu bangunan atau bentuk fisik lain. Suatu pekerjaan konstruksi dapat dinilai kinerjanya baik atau buruk, berdasarkan biaya, mutu dan waktu yang dihasilkan.

*Lean Construcion* yaitu metode sistematis dan integratif yang penerapannya secara berkesinambungan untuk meminimalisir dan mencegah adanya pemborosan (*waste*) ataupun proses-proses yang tidak bernilai tambah (*non value added*) dengan cara perbaikan berkelanjutan. *Lean construction* (konstruksi ramping) adalah suatu cara yang ramping untuk mengatur konstruksi. Ciri penting dari konstruksi ramping (*lean construction*) meliputi tujuan yang jelas untuk sistem pengantaran (*delivery*), memaksimalkan kinerja untuk klien pada tingkat proyek dan pengendalian proses produksi mulai dari desain sampai pengantaran. *Lean construction* diambil dari konsep *lean production* pada sistem manufaktur *Toyota production system* yang dicoba diterapkan pada bidang industri konstruksi.

*Waste* pada konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya yaitu material, waktu dan modal/materi, yang diakibatkan oleh kegiatankegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi.

*Waste Assessment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste*. *Waste assessment questionnaire* dikembangkan untuk mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi

Melalui pengolahan metode WAM suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan

*waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* dan. Tujuan penelitian berupa terget yang akan dicapai untuk menjawab permasalahan yang ada dalam penelitian. Tujuan penelitian harus jelas dan terukur sehingga hasil dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Dengan adanya tujuan penelitian maka suatu penelitian akan berjalan sesuai dengan apa yang menjadi sasaran dalam penelitian tersebut.

Pengamatan yang dilakukan pada pengerjaan konstruksi proyek pembangunan fasilitas gedung di Universitas Riau dimulai dengan pengamatan (observasi) atau survey lapangan dimulai dengan pengerjaan pondasi konstruksi. Dalam proses pengerjaannya terdapat beberapa pemborosan yang dapat menghambat efektifitas pekerjaan ditambah lagi dengan kondisi area konstruksi yang tidak kondusif sehingga sangat berdampak terhadap proses pembangunan proyek karena dapat menghambat dan memperpanjang masa pembangunan serta menambah biaya yang harus dikeluarkan dalam pembangunan proyek. Adapun kondisi lapangan kantor PT. Brantas Abipraya sebagai sebagai berikut:



Gambar 1. Kondisi Lapangan Kantor PT. Brantas Abipraya



Gambar 2. Kondisi Lingkungan Kerja PT. Brantas Abipraya

Berdasarkan gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa area kerja yang tidak kondusif yang dapat dilihat dari pengamatan di lapangan dimana banyak material yang berserakan dan tidak disimpan di area

penyimpanan semestinya, area akses kerja becek bila cuaca hujan mengakibatkan lambatnya pekerjaan pekerja, pelaksana dan K3 kurang memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja dimana kurangnya rambu-rambu keselamatan dan kesehatan di area kerja yang semestinya dipasang lengkap dan kurangnya pengawasan penggunaan APD dan *safety tool*, mutu dan kualitas yang tidak baik diantaranya yaitu pengerjaan ulang pada tiang beton coran yang miring dan tidak sesuai standar, pemasangan baja ringan yang berulang, pemasangan batu bata ringan yang tidak baik dan sebagainya. Adapun pengamatan biaya yaitu dimana pengerjaan coran lantai bangunan tidak sesuai permintaan jumlah material data dimana adanya kesalahan yaitu kebutuhan 3 kubik namun yang datang ke lokasi 5 kubik semen molen sehingga menyebabkan tidak kondusif biaya dan perhitungan material yang dilakukan Manajemen Konstruksi (MK) untuk dilapangan melebihi kebutuhan yang menyebabkan material kelebihan di area dan menumpuk. Adapun pengamatan waktu yang tidak kondusif yaitu keterlambatan penyelesaian proyek yang terlambat selama 15 hari dihitung mulai dari Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK). Faktor penyebab keterlambatan antara lain adalah kesalahan dalam perancangan, kurangnya tenaga kerja, terlambatnya pengiriman material, terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor, perubahan perencanaan selama proses pelaksanaan, kesalahan pada gambar dan spesifikasi, terlambatnya penyerahan *shop drawing*/gambar kerja, dan kerusakan mesin atau peralatan sehingga menyebabkan keterlambatan dalam target penyelesaian proyek yang telah disepakati.

Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan kepada kepala proyek atau *Project Manager* serta Kontraktor Pelaksana di lapangan terdapat pemborosan yang terjadi yaitu *overproduction*, *waiting time*, *transportation*, *processes*, *inventories*, *motion*, dan *defect*. Pemborosan yang terjadi dapat dilihat dari tabel berikut ini :

**Tabel 1.** Waste pada konstruksi Proyek pembangunan fasilitas gedung di Universitas Riau

NO	JENIS WASTE	KRITERIA
1	<i>Defects</i>	Bekisting kolom yang tidak tepat akibat pemasangan oleh tenaga kerja yang tidak baik
		Plat coran atau coran pondasi tidak kokoh dengan adanya coran beton berongga akibat

2	<i>Overproduction</i>	kesalahan dalam penggunaan alat vibrator
		Kerusakan material batu bata ringan atau hebel pecah sebanyak 635 keping dan kayu bulat terpotong pendek sebanyak 180 batang serta besi 10 mm yang terpotong pendek sebanyak 500 potong. Material tersebut tidak dapat digunakan akibat pekerja kurang hati—hati saat pemindahan batu bata ringan atau hebel. Juga kerusakan material batang kayu bulat yang dipotong terlalu pendek oleh pekerja akibat kesalahan pengukuran. Begitu juga kerusakan material besi coran 10 mm yang dipotong terlalu pendek oleh pekerja akibat kesalahan pengukuran.
		Pengangkutan material konstruksi yang melebihi keperluan sehingga bersisa material berupa kayu balok, kayu papan bekesting, besi yang menonjol dari coran semen mortar yang bersisa, batu bata ringan atau hebel yang berlebihan di lokasi pemasangan batu bata dan sebagainya.
3	<i>Waiting</i>	<i>Waste overproduction</i> terjadi akibat pengerjaan ulang ( <i>rework</i> ) pada pekerjaan pemasangan rangka atap baja ringan maupun pengulangan cor pada tiang coran yang tidak sesuai standar, pengerjaan ulang pada pemasangan batu bata ringan atau hebel yang tidak baik.
		<i>Waste waiting</i> terjadi saat pekerja menunggu pekerjaan cor yang tertunda selama sehari saat perbaikan mesin <i>Concrete Mixer</i> (molen) yang mengalami kerusakan pada roda. Pekerjaan cor juga sempat tertunda selama tiga hari akibat cuaca hujan lebat yang mengakibatkan pekerjaan harus dihentikan. Pekerja juga menunggu instruksi pimpinan perusahaan selama dua hari sebelum proyek dilanjutkan kembali akibat sempat tertunda oleh masa negosiasi antara pimpinan perusahaan dengan <i>owner</i> proyek terkait perubahan desain gedung oleh <i>owner</i> proyek. Menunggu material dari Gudang Supplier menuju gudang

		<p>penyimpanan yang lama sehingga menyebabkan pekerjaan di lapangan kekurangan material dan menyebabkan pekerjaan terhambat. Terlambatnya kedatangan material akibat kelalaian staf logistik membeli material kayu bulat, besi angkur, triplek, kayu balok, kerikil dan semen.</p> <p>Menunggu perbaikan pondasi Bekesting yang retak yang mengakibatkan bangunan tidak stabil</p> <p>Menunggu perbaikan mesin crane atau pendukung lainnya yang menyebabkan pemindahan material dari bawah ke atas gedung bangunan terkendala.</p>
4	Transportation	<p><i>Waste transportation</i> terjadi karena mobil pengangkut material terkendala macet di jalan,serta kesulitan pekerja dalam pemindahan material yang berulang-ulang dari lantai satu ke lantai tiga gedung yang sedang dibangun. Area lantai kerja untuk jalur gerobak angkut material juga berbelok-belok karena tumpukan material sisa.</p>
5	Inventory	<p>Terjadi akibat kelebihan pembelian material oleh staf logistik proyek. Material berlebih yaitu batu bata hebel, semen mortar, pasir, kerikil, besi, triplek, kayu bulat, kaca dan kerangka baja.</p>
6	Motion	<p>Pekerja melakukan pekerja diluar dari arahan mandor lapangan saat bekerja</p> <p><i>Waste motion</i> yaitu pergerakan pekerja yang tidak produktif karena berjalan-jalan mencari alat-alat hilang akibat berserakan tertimbun material sisa. Alat-alat yang hilang tentu membutuhkan biaya untuk dibeli kembali agar pekerjaan tidak tertunda saat alat-alat tersebut dibutuhkan. Alat-alat yang hilang dalah ember, palu, obeng, tali timbangan, sendok semen, paku, linggis, gergaji gergaji, kawat besi, dan pemotong besi.</p> <p>Material yang baru datang tidak bisa langsung masuk ke dalam area kerja disebabkan sempitnya jalan area kampus yang mengakibatkan pengangkutan berulang.</p>

7	Excessive Processing	<p><i>Waste excessive processing</i> terjadi akibat patahnya katrol dan putusnya sling katrol pengangkut material ke lantai atas gedung yang sedang dibangun. Pekerjaan menjadi lebih lambat 4 hari dari jadwal yang telah ditetapkan. Kelalaian juga dilakukan oleh pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri saat bekerja.</p>
---	----------------------	---

Adapun hal-hal yang ingin dicapai melalui pelaksanaan penelitian ini adalah untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* pembangunan Gedung di Universitas Riau dan memberikan usulan meminimalisir *waste* pada proyek konstruksi pembangunan fasilitas gedung di Universitas Riau.

## 2. Metode Penelitian

Identifikasi masalah adalah pengenalan dari sebuah masalah, identifikasi masalah bertujuan untuk mengetahui masalah – masalah yang diteliti. Pada tahap ini dilakukan identifikasi kondisi dan permasalahan yang ada dilapangan. Pelaksanaan tahap ini dilakukan pengumpulan data awal dengan observasi dilapangan dan wawancara dengan pihak perusahaan.

Melalui pengolahan metode WAM suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* dan. Tujuan penelitian berupa target yang akan dicapai untuk menjawab permasalahan yang ada dalam penelitian. Tujuan penelitian harus jelas dan terukur sehingga hasil dari penelitian bisa tercapai dengan baik. Dengan adanya tujuan penelitian maka suatu penelitian akan berjalan sesuai dengan apa yang menjadi sasaran dalam penelitian tersebut.

Data yang diambil dalam penelitian ini merupakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung pada perusahaan dengan melakukan pengamatan secara langsung serta wawancara terhadap pihak terkait. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari laporan perusahaan.

### 1. Data Primer

#### 1. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mengetahui aktivitas atau proses pengerjaan *sub-structure*, serta mewawancarai site engineer terkait *waste* yang terjadi berdasarkan observasi yang telah dilakukan di lapangan

#### 2. Seven Waste Relationship

Semua jenis *waste* bersifat *inter-dependent* dan setiap jenis *waste* mempunyai pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain. Hubungan antar *waste* memang sangat kompleks, hal ini disebabkan pengaruh dari tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Berbagai jenis hubungan dan sifat masing-masing tipe menunjukkan bahwa semua hubungan ini tidak memiliki bobot yang sama

#### 3. Waste Relationship Matrix (WRM)

WRM digunakan untuk mendapatkan nilai dan kaitan *waste* (pemborosan) pada setiap proses pembangunan *sub-structure*.

#### 4. Waste Assesment Questionnare (WAQ)

*Waste assessment questionnaire* dikembangkan untuk mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. Kuisisioner

*assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuisisioner ini bertujuan untuk menentukan *waste*. Setiap koesioner mempresentasikan aktivitas, kondisi, atau sifat yang menyebabkan *waste* tertentu. Pertanyaan dalam kuisisioner terbagi kedalam 4 kelompok yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan “From”, maksudnya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “To”, yang artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0.5, atau 0.

### 5. Waste Assessment Model (WAM)

*Waste Assessment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste*. Model ini menggambarkan hubungan antar *seven waste* (O: *Overproduction*, P: *Processing*, I: *Inventory*, T: *Transportation*, D: *Defects*, W: *Waiting*, dan M: *Motion*).

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Data ini berupa dokumen perusahaan yang telah ada sebelumnya dan dikumpulkan peneliti untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Adapun informasi yang didapatkan dari perusahaan seperti profil perusahaan, struktur organisasi perusahaan dan sebagainya.

Identifikasi Permasalahan dan *Waste* Melalui Penyebaran Kuisisioner dengan menggunakan *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire*. Identifikasi *waste* digunakan untuk mengetahui jenis penggolongan *waste* pada proses produksi di perusahaan. Identifikasi *waste* yang digunakan menggunakan 7 *waste* yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *excess processing*, *inventory*, *motion*, dan *defect*.

Setelah diketahui penggolongan dari masing-masing *waste*, kemudian dilakukan identifikasi dengan menggunakan metode dalam *Waste Assessment Model*. Pada tahap ini, dibutuhkan pengumpulan data dengan melakukan penyebaran kuisisioner yang akan dijadikan *input* dalam *Seven Waste Relationship* serta *Waste Assessment Questionnaire*. Berikut merupakan penjelasan mengenai metode tersebut:

- *Seven Waste Relationship*

Metode ini dilakukan dengan diskusi berdasarkan kuisisioner yang telah disusun untuk menentukan hubungan antar *waste*. Diskusi dan *brainstorming*



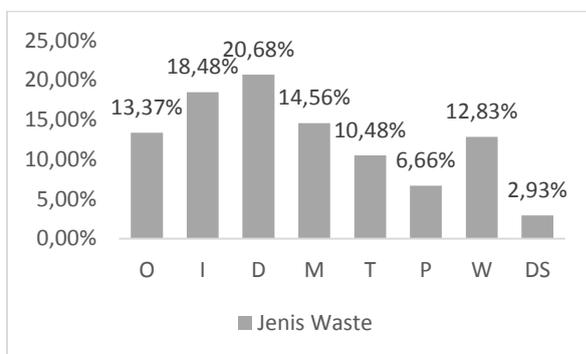
**Tabel 5.** Pengelompokan jenis pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1	From Overproduction	3
2	From Inventory	6
3	From Defects	8
4	From Motion	11
5	From Transportation	4
6	From Process	7
7	From Waiting	8
8	From Design	5
9	To Defects	4
10	To Motion	9
11	To Transportation	3
12	To Waiting	5
Jumlah Pertanyaan		73

**Tabel 6.** Hasil perhitungan waste assessment

	O	I	D	M	T	P	W	DS
SKOR (Yj)	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,64	0,59
Pj Faktor	163,3 8	230,6 5	257,7 9	182,6 0	134,5 5	85,9 3	161,6 8	39,57
Yj Final	107,5 8	148,7 2	166,3 5	117,1 4	84,35	53,6 2	103,2 3	23,54
HA %	13,37	18,48	20,68	14,56	10,48	6,66	12,83	2,93
Ranking	4	2	1	3	6	7	5	8

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 6 dapat dilihat peringkat waste dalam bentuk grafik adalah:



**Gambar 3.** Peringkat waste

Berdasarkan gambar 3 waste defect merupakan waste yang paling banyak terjadi pada pembangunan fasilitas gedung di Universitas Riau dengan waste Defect sebesar 20,68%, diikuti oleh waste inventory sebesar 18,48%, waste motion 14,56%, waste overproduction sebesar 13,37, waste waiting 12,83%, waste transportasi 10,48% dan desain service 2,93%. Selanjutnya dicari penyebab dari waste yang timbul yaitu 3 waste tertinggi.

### 3.2.4 Perhitungan Kerugian

Adapun kerugian yang muncul akibat waste yang terjadi adalah sebagai berikut:

**Tabel 7.** Perhitungan Kerugian

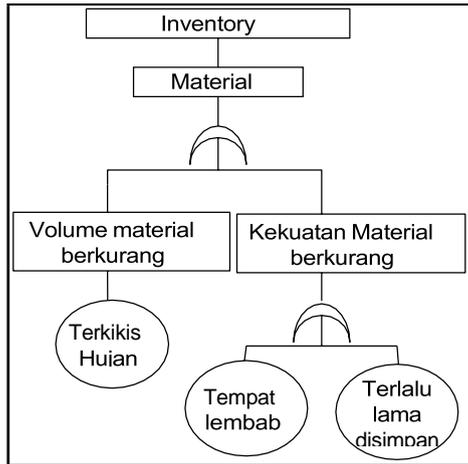
No	Jenis waste	Kerugian
1	Inventory	267.900.000
2	Defect	438.490.000
3	Waiting	966.468.000
4	Overproduction	738.842.000
5	Lainnya	2.411.700.000
Total		4.823.400.000

### 3.3 Analisis Waste Kritis Berdasarkan Metode Waste Assessment Model

Analisis waste dilakukan dengan observasi langsung serta wawancara dengan expert perusahaan yang terdiri dari company manager, production manager dan warehouse manager. Waste yang diamati merupakan 7 waste yaitu overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventory, motion, dan defect. Penentuan waste kritis dilakukan dengan menggunakan metode Waste Assessment Model. Metode ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya mampu menunjukkan tingkat kritis tiap waste, mampu menunjukkan keterkaitan antar waste pada rantai produksi, serta telah terdapat kuesioner yang mencakup beragam hal sehingga mampu mencapai hasil yang akurat dalam menentukan waste kritis. Selain itu, metode ini juga mampu meminimalisir subjektivitas melalui kriteria penilaian dalam kuesioner yang didasarkan pada kondisi aktual dalam perusahaan. Terdapat 3 tahap utama dalam Waste Assessment Model, yaitu seven waste relationship, waste relationship matrix serta waste assessment questionnaire. Pada tahap seven waste relationship dan waste relationship matrix (WRM) bertujuan untuk mencari keterkaitan antar waste. WRM merupakan kelanjutan seven waste relationship dengan mengkonversikan huruf kedalam angka sesuai dengan metode yang telah ditetapkan. Waste kritis yang akan diamati adalah defect, waiting dan transportation. Pencarian akar masalah dilakukan dengan menggunakan tools FTA Analysis dilakukan berdasarkan pengamatan serta wawancara dan pengumpulan data selama dilakukannya penelitian.

#### 3.3.1 Waste Inventory

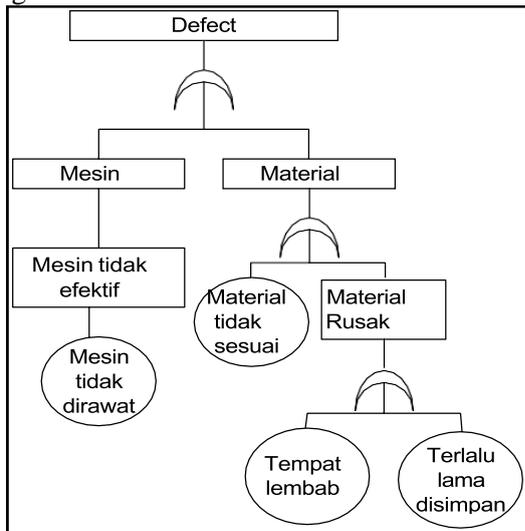
Inventory adalah aktifitas yang menempati posisi yang paling penting agar material yang disimpan tetap terjaga. Semua hal harus diperhatikan, jika tidak diperhatikan dengan baik maka akan menimbulkan kerugian dengan adanya penambahan biaya akibat material rusak atau hilang, serta membutuhkan ekstra sumber daya. Berikut adalah FTA dari waste inventory.



**Gambar 4.** FTA *Inventory*

3.3.2 *Waste Defect*

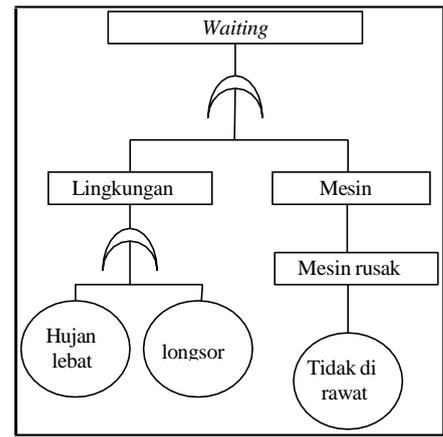
*Defect* muncul dikarenakan mesin yang tidak terawat yang akhirnya bekerja secara tidak maksimal dan menghasilkan hasil pekerjaan yang tidak sesuai atau cacat. Selain itu material yang tidak sesuai dan material yang rusak akibat terlalu lama disimpan serta rusak karena tempat penyimpanan yang lembab. Kondisi seperti ini akan menghasilkan produk cacat pula. Perhatikan diagram di bawah ini:



**Gambar 5.** FTA *defect*

3.3.3 *Waiting*

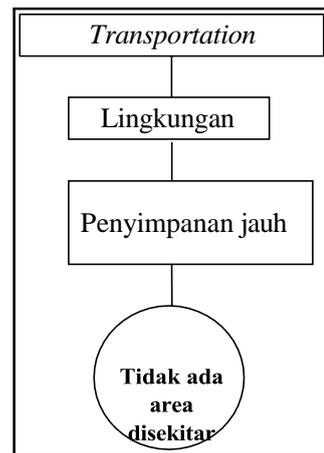
*Waiting* disini yaitu menunggu datangnya material ke lokasi pekerjaan, menunggu mesin selesai diperbaiki, menunggu hujan atau cuaca yang buruk. Berikut merupakan akar permasalahan penyebab *waste waiting*. Cuaca merupakan hal yang tidak dapat diatur dan diprediksi oleh manusia, sehingga tidak ada pilihan lain selain menunggu hingga cuaca membaik karena proyek yang dilaksanakan berada di ruang yang terbuka. Hal lain yang terjadi adalah kerusakan dari mesin. Terjadi waktu tunggu untuk menunggu mesin diperbaiki.



**Gambar 6.** FTA *waiting*

3.3.4 *Overproduction*

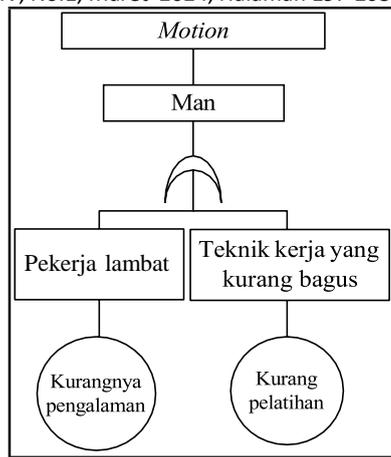
Menyediakan dan memproduksi material dalam jumlah yang berlebih merupakan *waste overproduction* pada sebuah proyek, dengan begitu terjadi penambahan dana dari yang dibutuhkan. Berikut merupakan akar permasalahan terjadinya *waste overproduction*



**Gambar 7.** FTA *Overproduction*

3.3.5 *Waste Motion*

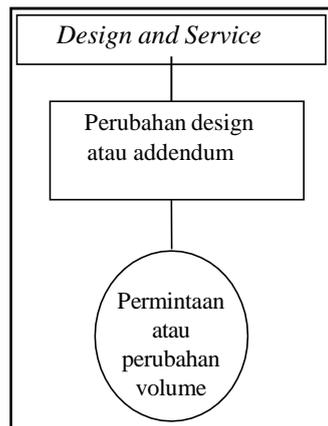
Bentuk *waste motion* berupa gerakan manusia / individu (*operator* dan orang-orang yang berhubungan langsung dengan pekerjaan) atau peralatan yang berlebihan, tidak efektif, dan tidak memberikan nilai tambah bagi jalannya proses pengerjaan. Hal ini dapat mengganggu pekerjaan, waktu yang diperlukan menjadi tidak efisien, serta dapat menimbulkan kecelakaan kerja.



Gambar 8. FTA motion

### 3.3.6 Waste Transportasi

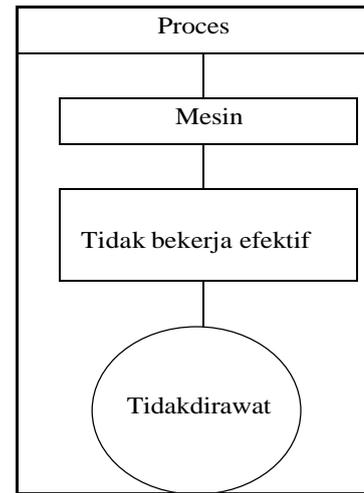
Lokasi yang dilalui dari penyimpanan pasir dan krikil berada jauh dari lokasi pengerjaan proyek, hal tersebut mengakibatkan terjadinya waste transportasi dimana transportasi yang digunakan harus bolak balik dari tempat penyimpanan ke tempat proyek berlangsung. Berikut merupakan penyebab munculnya waste transportasi.



Gambar 9. FTA transportation

### 3.3.7 Waste Process

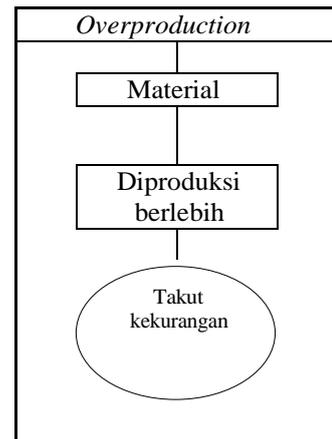
Waste process muncul akibat tidak terawatnya mesin yang mengakibatkan mesin tidak bekerja secara maksimal yang berdampak pada mudahnya aspal mengalami keretakan atau kerusakan. Jika terjadi hal demikian dimasa pemeliharaan maka kontraktor masih memiliki tanggung jawab untuk memperbaiki



Gambar 10. FTA process

### 3.3.8 Waste Design and Service

Design and service adalah waste dimana terjadi pada bagian perubahan design ataupun terjadinya perubahan kontrak (addendum). Hal seperti ini dapat memakan waktu sehingga proyek yang dilakukan dapat tertunda untuk sementara.



Gambar 11. FTA design and service

## 3.4 Matriks evaluasi

Bertujuan untuk mengetahui solusi mana yang layak dipilih berdasarkan beberapa kriteria yang sudah ditentukan sebelumnya dengan melakukan pembobotan. Dari pembobotan tersebut akan didapatkan *scoring* tiaptiap solusi, sehingga dapat diputuskan solusi mana yang dapat “GO” atau “NOT GO”. Dari model FTA di atas dapat dilihat penyebab-penyebab munculnya waste dari tiap jenis waste berpotensi terjadi pada objek amatan. Dari peristiwa munculnya waste tersebut kemudian diolah ke dalam formulasi *if then* untuk dapat mengetahui tindakan-tindakan apa yang dapat ditempuh dengan tujuan untuk meminimumkan atau bahkan menghilangkan waste yang dapat dilihat pada tabel 5. Matriks evaluasi hanya digunakan pada peristiwa yang memiliki lebih dari satu alternatif solusi dengan waktu

implementasi yang bersamaan (pra pelaksanaan, saat pelaksanaan, atau pasca pelaksanaan). Terdapat tiga penyebab yang memenuhi kedua kriteria tersebut yaitu volume material berkurang akibat terkikis hujan, cuaca buruk dan mesin rusak. Ketiga penyebab tersebut di olah kedalam matriks evaluasi sehingga dapat diketahui solusi mana yang lebih optimal untuk diterapkan.

**Tabel 8. If Then**

Controlling Waste		
If	Then	When
Kualitas material kurang bagus (rusak)	Melakukan pembelian ulang material yang rusak	Saat pelaksanaan
Volume material berkurang akibat terkikis hujan	Membuat alat pembatas di tiap sisi	Saat pelaksanaan
Cuaca buruk	Memasang tempal untuk menghalangi hujan masuk	Saat pelaksanaan
	Mengajukan surat Pengajuan Keterlambatan penyelesaian	Saat pelaksanaan
Mesin rusak	Melakukan percepatan pekerjaan saat kondisi cuaca sudah kembali normal	Saat pelaksanaan
	Melakukan pengecekan dan pemeliharaan alat secara berkala	Saat pelaksanaan
Material di sediakan, rusak berlebih	Menyediakan peralatan cadangan pengganti kerusakan	Saat pelaksanaan
	Menyertimangkan hal lain yang mungkin berguna saat material tidak dipedulikan lagi	Sebelum pelaksanaan
Kurangnya pengalaman pekerja	Memilih pekerja yang memiliki pengalaman yang banyak dibidang dibutuhkan	Sebelum pelaksanaan
Teknik kerja yang kurang kurang bagus	Melakukan pelatihan terhadap pekerja lapangan	Sebelum pelaksanaan
Tempat penyimpanan material yang jauh	Menyewa perkarangan warga sekitar area proyek	Saat pelaksanaan
Terjadi perubahan desain	Seluruh pekerja siap bekerja ekstra untuk mempercepat pekerjaan saat desain selesai diubah	Saat pelaksanaan

**Tabel 9. Matriks evaluasi volume matrial berkurang**

Kriteria	Weight factor	Rankig	Weight score	Ranking	Weight score
(1)	(2)	(3)	(4) = (2x3)	(5)	(6) = (2x5)
Biaya	3	4	12	3	9
Waktu	3	4	12	2	6
Dampak Terhadap Hasil	3	3	9	2	6
Resiko	3	3	9	2	6
			42		27
GO/NOT GO			GO		NOT GO

**Tabel 10. Matriks evaluasi Cuaca Buruk**

Kriteria	Weight factor	Rankig	Weight score	Ranking	Weight score
(1)	(2)	(3)	(4) = (2x3)	(5)	(6) = (2x5)
Biaya	3	5	15	2	6
Waktu	3	3	9	1	3
Dampak Terhadap Hasil	3	4	12	3	9
Resiko	3	3	9	2	6
			45		24
GO/NOT GO			GO		NOT GO

#### 4. Kesimpulan

Waste yang teridentifikasi dari yang terbesar hingga yang terkecil adalah *waste defect* sebesar 20,68%, diikuti oleh *waste inventory* sebesar 18,48%, *waste motion* 14,56%, *waste overproduction* sebesar 13,37, *waste waiting* 12,83%, *waste transportasi* 10,48% dan desain *service* 2,93%. Waste yang terjadi menyebabkan kerugian sebesar Rp. 4.823.400.000. Waste yang terjadi dapat diminimalisir dengan, membuat pelindung penyimpanan material, mengajukan surat pengajuan keterlambatan pengerjaan, melakukan pengecekan alat secara berkala, memilih dan mempekerjakan pekerja yang berpengalaman dibidangnya, melakukan pelatihan terhadap pekerja dan mempersiapkan pekerja untuk bekerja ekstra saat setelah terjadinya perubahan desain.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Dalam proses pengerjaan makalah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Brantas Abipraya yang telah memberikan izin untuk dapat melakukan penelitian ini, dan karyawan PT Brantas Abipraya yang telah memberikan ilmu dan informasi.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Allo, Risky Irianto Girik, and Adwitya Bhaskara. "WASTEMATERIALANAL ISYS WITH THE IMPLEMENTATION OF LEAN CONSTRUCTION." *JurnalTeknik Sipil* 18.2 (2022): 343-355.
- [2] Anggraini, Wresni, Merry Siska, and Dian Novitri. "Implementation of Lean Construction to Eliminate Waste: A Case Study Construction Project in Indonesia." *Jurnal Teknik Industri* 23.1 (2022).
- [3] Andika, Zulhelmi, Muttaqin Hasan, and Abdullah Abdullah. "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENERAPAN LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI KOTA BANDA ACEH." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 5.2 (2022).
- [4] Aulawi, Hilmi, Dewi Rachmawati, and Ariyan Hendriatama Putra Saridi. "Analisa Pemborosan pada Perusahaan CV. Mega Putra Mandiri Menggunakan Metode Lean Project Manajemen." *Jurnal Kalibrasi* 20.1 (2022): 11-16.
- [5] Cahya, Felia Ananda, and Wiwik Handayani. "Minimasi Waste Melalui Pendekatan Lean Manufacturing pada Proses Produksi di UMKM Nafa Cahya." *Al-Kharaj: Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah* 4.4 (2022): 1199-1208.
- [6] E. Krisnaningsih, P. Gautama, M. Fatih, and K. Syams, "USULAN PERBAIKAN KUALITAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE FTA DAN FMEA," 2021.
- [7] E. Nugraha and R. M. Sari, "Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis," *Organum J. Sainifik Manaj. dan Akunt.*, vol. 2, no. 2, pp. 62–72, 2019, doi: 10.35138/organum.v2i2.58.
- [8] Fhadillah, I., Anggraeni, N. F., & Awaliah Sugiarto, A. R. (2020). Analisis Pemborosan Di Pt. Xyz Menggunakan 8 Waste. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(2), 157162. <https://doi.org/10.33197/jitter.v06.iss2.2020.335>
- [9] Hidayati, Nuri Nahawani, and Asep Endih Nurhidayat. "Analisis Penyebab Kecacatan Produk Dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Waste Assessment Model (WAM) Di PT Yupi Indo Jelly Gum." *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 3.2 (2021): 70-75.
- [10] Intan, S., Sapuleter, W., & Soukotta, R, C. (2020). Analisa Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Kota Ambon : Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya. *JURNAL MANUMATA*. 6(1), 16-23
- [11] Irawan, Atok, and Boy Isma Putra. "Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) Di PT. XYZ." *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering* 3.1 (2021): 20-29.
- [12] Irfandi, Ian Isman, and Farida Rachmawati. "Identifikasi dan Benchmarking Faktor Penghalang Implementasi Konsep Lean Construction pada Megaprojek di Indonesia dengan Metode MICMAC." *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 21.2 (2023): 177-184.
- [13] Jasri, Harpito, Anwardi Anwardi, and Muhammad Ihsan Hamdy. "Identifikasi Waste Proyek Konstruksi Jalan dengan Menggunakan Metode Lean Project Management." *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri* 5.2 (2019): 115-124.
- [14] Komariah, Imas. "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Pemborosan (Waste) Pada Produksi Wajan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Pada Perusahaan Primajaya Alumunium Industri Di Ciamis." *Jurnal Media Teknologi* 8.2 (2022): 109-118.
- [15] Latif, A., Irwan., Rusdi, M., Mustanir, A., & Sutrisno, M. (2019). PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI DESA TIMORENG PANUA KECAMATAN PANCARIJANG KABUPATEN SIDENRENG GRAPPANG. *Jurnal MODERAT*. 5(1), 1-15
- [16] Maulana, Muhamad, Endang Suhendar, and Aliffia Teja Prasasty. "Penerapan Lean Management Untuk Meminimasi Waste Pada Lini Produksi CV. Mandiri Jaya Dengan Metode WAM Dan VALSAT." *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 5.1 (2023): 1-7.

- [17] Mauluddin, Yusuf, and Ibna Faizal Rahman. "Analisis Lean Manufacturing Pada Aktivitas Proses Produksi di PT. Mandala Logam Utama." *Jurnal Kalibrasi* 17.2 (2019): 59-68.
- [18] Maulana, Muhamad, Endang Suhendar, and Aliffia Teja Prasasty. "Penerapan Lean Management Untuk Meminimasi Waste Pada Lini Produksi CV. Mandiri Jaya Dengan Metode WAM Dan VALSAT." *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 5.1 (2023): 1-7.
- [19] Mu'min, M. Abdul, and Sofiani Nalwin Nurbani. "Analisis Lean Manufacturing menggunakan Wam dan Valsat untuk Mengurangi Waste Proses Produksi Teh dalam Kemasan 300 MI di PT. XYZ." *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)* 4.1 (2022): 24-35.
- [20] Naziihah, Afifah, Jauhari Arifin, and Billy Nugraha. "Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) di Warehouse Raw Material PT. XYZ." *J. Media Tek. Dan Sist. Ind* 6.1 (2022): 30.
- [21] Nudin, Ensan, and Surya Perdana. "Penerapan Lean Project Management Pada Proyek Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan." *Nusantaraof Engineering (NOE)* 6.2 (2023): 109-117.
- [22] Nusraningrum, Dewi, Jaswati Jaswati, and Hakimam Thamrin. "The Quality of IT Project Management: The Business Process and The Go Project Lean Application." *Manajemen Bisnis* 10.1 (2020): 10-23.
- [23] Perspektif, J., Sistem, P., & Kppbc, A. (2020). *ISSN 2614-283X (online) / ISSN 2620-6757 (print) Copyright © 2017, Politeknik Keuangan Negara STAN. All Rights Reserved. 4(1)*.
- [24] Prayuda, Hakas, et al. "Critical review on development of lean construction in Indonesia." *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*. Atlantis Press, 2021.
- [25] Restuningtias, Gian, Ni Made Sudri, and Yenny Widianty. "Peningkatan Efisiensi Proses Produksi Benang dengan Pendekatan Lean Manufacturing Menggunakan Metode WAM dan VALSAT di PT. XYZ." *JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK)* 4.1 (2020): 27-32.
- [26] Rusmawan, Herdi. "Perancangan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) Di PT Tjokro Bersaudara (PRIOK)." *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 2.1 (2020): 30-35.
- [27] Setiawan, Bobby, and I. Gede Agus Widyadana. "Minimalisir Waste Dalam Upaya Pengurangan Waktu Proses Produksi PT X." *Jurnal Titra* 7.2 (2019): 193-200.
- [28] Sholahuddin, Moh. "OPTIMIZATION OF LEAN CONSTRUCTION BASED PROJECT PERFORMANCE ON HIGH-RISE BUILDING STRUCTURE WORK OF PRECAST AND HALF SLAB BEAM SYSTEMS USING THE RELATIVE IMPORTANCE INDEX (RII) METHOD." *Jurnal Scientia* 12.01 (2023): 690-699.
- [29] Sriwana, Iphov K., and Kurniawan Kurniawan. "Usulan Peningkatan Efisiensi Keseimbangan Lini Dengan Value Stream Mapping Dan Yamazumi Chart Pada PT. PAI." *Jurnal Metris* 20.01 (2019): 33-44.
- [30] Sriwana, I. K. (2019). *Usulan Peningkatan Efisiensi Keseimbangan Lini Dengan Value Stream Mapping Dan Yamazumi Chart Pada PT. PAI*. 20, 33–44.
- [31] Susanti, Ajeng Renita, and S. Suropto. "EVALUASI WASTE DAN IMPLEMENTASI LEAN CONSTRUCTION PROYEK GEDUNG KAMPUS X." *JURNAL RIVET* 1.02 (2021): 65-72.
- [32] Triandini, A., Waluyo, R., & Nuswantoro, W. (2019). *KONSEP DAN PENERAPAN WASTE MANAGEMENT PADA*. 2(2), 90–100.
- [33] Y. Alfianto, "Analisis Penyebab Kecacatan Produk Weight A Handle Menggunakan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis sebagai Rancangan Perbaikan Produk," *Jiems (Journal Ind. Eng. Manag. Syst., vol. 12, no. 2, Aug. 2019, doi: 10.30813/jiems.v12i2.1493*.
- [34] Y. N. Safrudin and T. Rahman, "Analisis Penyebab Cacat dan Usulan Perbaikan dengan Metode Fault Tree Analysis pada Proses Drawing di PT. XYZ," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 8, no. 01, p. 55, Jun. 2021, doi: 10.25124/jrsi.v8i1.476.

