

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisis dan pembahasan ini berisi data yang telah dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan pengolahan data berdasarkan metodologi penelitian yang sudah dilakukan. Kemudian menginterpretasikan data untuk mendapatkan hubungan sebab akibat serta analisis untuk usulan perbaikan.

4.1 Profil Perusahaan

PT 'Malang Indah' merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan genteng, paving stone, batako, dan produk bangunan lain. Perusahaan ini berbentuk Perusahaan Perseorangan dengan Surat Ijin Pendirian Usaha (SIUP) dari Pemerintah Kabupaten Daerah Tingkat II Malang No.69/1/1976. Perusahaan ini didirikan pada bulan November 1976. Berlokasi di Jl. S. Supriyadi 153 A, Malang. Lokasinya sangat strategis karena terletak di pinggir jalan di depan Universitas Kanjuruhan Malang. Semakin banyaknya pendirian kontruksi bangunan dan perumahan didaerah Malang dan sekitarnya, mengakibatkan banyaknya permintaan genteng benton yang digunakan sebagai atap bangunan. Semua produk berasal dari bahan campuran semen, pasir dan air.

Produk yang ditawarkan memiliki jenis yang beragam sehingga sesuai untuk pembangunan perumahan, gedung dan rumah dengan nuansa keindahan. Berbagai jenis model produk yang diproduksi oleh PT. Malang Indah antara lain, genteng royal, genteng flat, bubungan, paving kotak, paving diagonal, batako, kansteen berem, kansteen sepatu kecil, kansteen sepatu besar, kansteen kotak, kansteen kotak, kansteen slip, dan uskup. Produk-produk tersebut dipasarkan kepada pihak property pembangunan perumahan, instansi lainnya serta masyarakat umum di Malang Raya.

Prestasi yang pernah dicapai oleh perusahaan ini dalam membuktikan keunggulan produknya ditandai dengan adanya penilaian kualitas produk dari Departemen Perindustrian RI berupa Standart Industri Indonesia dengan surat No. 0014/72 tanggal 19 Mei 1983.



MALANG INDAH

Gambar 4.1 Logo Perusahaan

Dengan total 25 orang pekerja PT. Malang Indah memiliki visi dan misi yang telah dibangun bersama-sama dengan sangat kuat. Setiap langkah selalu diawali dengan memegang prinsip yang dibangun tersebut. Adapun Visi, Misi, dan Moto tersebut yakni:

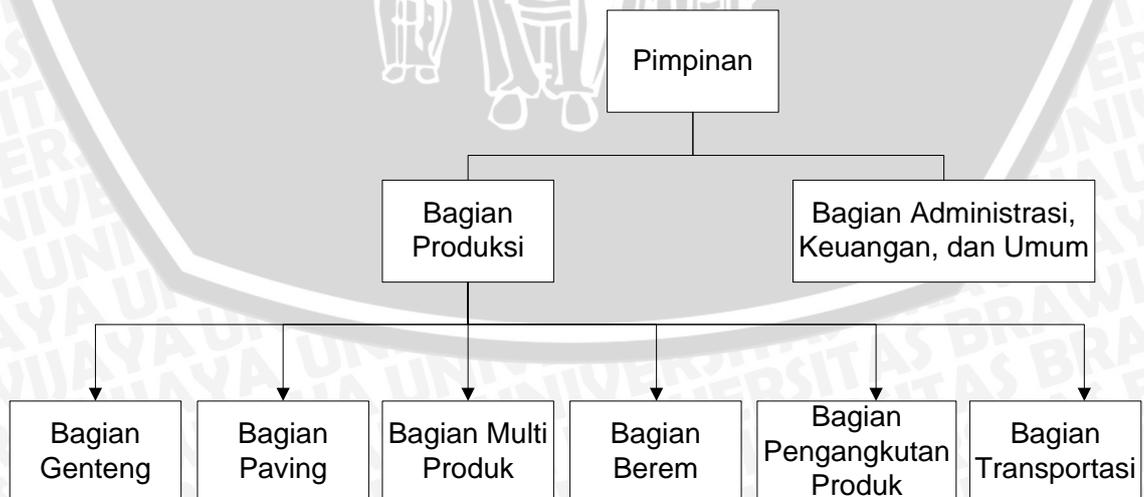
Visi : Menjadi perusahaan yang dapat memberikan solusi dalam produk bangunan dan mampu bersaing dalam pasar.

- Misi** :
1. Mengutamakan kualitas produk.
 2. Memenuhi kepuasan pelanggan.
 3. Meningkatkan kemampuan SDM.

Moto : Mengutamakan Mutu & Kerapian

4.1.1 Struktur Organisasi

Gambar 4.2 adalah struktur organisasi PT. Malang Indah.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi

4.2 Definisi Produk

Berikut ini merupakan penjelasan dari produk genteng royal dan paving kotak sebagai berikut:

1. Genteng Royal

Genteng beton adalah salah satu komponen bangunan yang dibuat dari bahan-bahan campuran pembentuk beton, seperti semen tiga roda, *flyash*, pasir kali dan pasir wlingi. *Flyash* sebagai bahan pengisi (Filler) ditambahkan untuk memperbaiki gradasi butiran yang ada sehingga dapat memampatkan dan memperkuat genteng beton, sehingga dapat digunakan sebagai penutup atap. Adapun ukuran yang diproduksi di PT. Malang Indah yaitu sebesar 36,8cm x 30cm.

2. Paving Kotak

Paving kotak merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau penerasan permukaan tanah. Komposisi paving dibuat dari campuran pasir kasar, *flyash*, dan semen tiga roda. Dengan ukuran 8cm x 6cm, paving kotak dapat digunakan untuk penerasan dan memindahkan trotoar jalan di kota-kota, penerasan jalan di kompleks perumahan atau kawasan pemukiman, memindahkan taman, pekarangan dan halaman rumah dan penerasan areal parkir.

4.3 Tahap Define

Pada tahap ini menggambarkan proses produksi yang berjalan. Dari gambaran tersebut dapat didefinisikan *waste* yang ada. Proses ini digambarkan dalam sebuah *value stream mapping*.

4.3.1 Identifikasi Proses Produksi

Proses pembuatan produk genteng dan paving secara umum sepanjang *value stream* dimulai dari kedatangan bahan baku dari *warehouse* bahan baku, proses produksi dan pengangkutan produk jadi ke *warehouse* produk jadi.

1. Genteng Royal

Proses produksi produk genteng di PT. Malang Indah akan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Pertama-tama pekerja melakukan persiapan bahan baku yang akan digunakan sesuai dengan komposisi yang telah ditetapkan, kemudian dipindahkan dari *warehouse* bahan baku dekat dengan mesin pencampuran.

- 2) Dalam pembuatan genteng tahap selanjutnya yang dilakukan adalah pencampuran bahan baku diantaranya semen, pasir, *flyash*, dan air. Dalam mesin pencampur ini campuran digiling untuk menghancurkan gumpalan yang ada sehingga campuran menjadi benar-benar homogen.
- 3) Dari mesin pencampur campuran dimasukkan ke gerobak dan dipindahkan ke mesin press.
- 4) Di mesin press dilakukan pencetakan genteng. Satu cetakan menghasilkan satu unit produk genteng. Adapun jumlah pencetakan produk genteng royal dalam seharinya dapat menghasilkan sebanyak 7 batch yaitu sebesar 700 unit.
- 5) Keluar dari mesin press genteng tadi dianginkan selama 1 hari pada rak-rak yang tersedia, lalu direndam selama seminggu ke dalam air. Pekerja melakukan pengangkutan menggunakan gerobak menuju bak perendaman dengan kapasitas 20 unit per sekali angkut, sehingga dalam sehari frekuensi pengangkutan sebanyak 35 kali. Untuk menata tumpukan produk genteng setengah jadi pada bak perendaman, pekerja menginjak tumpukan genteng tersebut. Jumlah bak perendaman sebanyak 6 bak, dengan kapasitas untuk 7 batch/hari.
- 6) Genteng dianggap jadi setelah diangkat dari bak perendaman dan dikeringkan selama seminggu.
- 7) Kemudian, genteng yang sudah mengeras siap untuk dikirimkan kepada konsumen.

Penjabaran aktivitas pada proses produksi genteng dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktivitas Pada Proses Produksi Genteng Royal

Proses Produksi Genteng Royal	No.	Aktivitas	Keterangan Aktivitas *)			Waktu	Total waktu untuk 7 batch	Keterangan
			VA	NVA	NNVA			
Persiapan	1	Memuat pasir ke gerobak			√	168,30 detik	2.232,59 detik	dikalikan 7 batch
	2	Memuat semen			√	90,07 detik		
	3	Memuat flyash ke bak			√	60,58 detik		
	Total							
Material handling bahan baku	4	Membawa gerobak pasir ke lantai produksi		√		65,91 detik	2.232,59 detik	dikalikan 7 batch
	5	Membawa semen ke lantai produksi		√		50,66 detik		

Proses Produksi Genteng Royal	No.	Aktivitas	Keterangan Aktivitas *)			Waktu	Total waktu untuk 7 batch	Keterangan
			VA	NVA	NNVA			
	6	Membawa flyash ke lantai produksi		√		20,97 detik		
	Total					137,54 detik	962,78 detik	dikalikan 7 batch
Pencampuran	7	Pengisian air	√			18,37 detik		
	8	Menabur semen	√			42,94 detik		
	9	Memuat pasir ke bak			√	139,31 detik		
	10	Mengisi pasir ke mesin	√			23,71 detik		
	11	Mengisi flyash ke mesin	√			38,27 detik		
	Total					262,60	1.838,17 detik	dikalikan 7 batch
Material handling bahan campuran	12	Memuat bahan ke gerobak angkut			√	87,88 detik		
	13	Membawa bahan campuran ke mesin press			√	23,23 detik		
	Total					111,11 detik	777,77 detik	dikalikan 7 batch
Proses Pencetakan	14	Setting pallet			√	6,62 detik		
	15	Pengisian bahan			√	7,08 detik		
	16	Setting pallet ke mesin			√	4,75 detik		
	17	Pengepressan	√			9,26 detik		
	18	Pemindahan			√	2,54 detik		
	Total					30,24 detik	21.170,80 detik	dikalikan 700 unit
Seleksi manual produk	19	Pelepasan cetakan	√			3,50 detik		
	20	Inspeksi produk setengah jadi			√	2,23 detik		
	Total					5,73 detik	4.011,98 detik	dikalikan 700 unit
Material handling produk setengah jadi	21	Pemindahan ke rak	√			4,68 detik		
	Total					4,68 detik	3.278,10 detik	dikalikan 700 unit
Inventori WIP Pengeringan	22	Perhitungan produk		√		15,72 detik		

Proses Produksi Genteng Royal	No.	Aktivitas	Keterangan Aktivitas *)			Waktu	Total waktu untuk 7 batch	Keterangan
			VA	NVA	NNVA			
	23	Pengeringan	√			1 hari		
	Total					1 hari + 15,72 detik	1 hari + 62,88 detik	waktu perhitungan produk dikali 7 rak
Material handling produk ke bak perendaman	24	Pengangkutan produk ke bak perendaman			√	197,35 detik		
	Total					197,35 detik	6.907,15 detik	dikalikan 35 kali (frekuensi)
Proses Perendaman	25	Pengisian air	√			1.224 detik		
	26	Perendaman	√			7 hari		
	27	Pembuangan air	√			1.038 detik		
	Total					7 hari + 2.262 detik	7 hari + 15.834 detik	waktu pengisian air ditambahkan pembuangan air kemudian dikalikan 7
Material handling	28	Pengangkutan produk			√	361,54 detik		
	Total					361,54 detik	12.653,82 detik	dikalikan 35 kali (frekuensi)
Seleksi manual produk	29	Inspeksi produk			√	2,35 detik		
	Total					2,35 detik	1.645,70 detik	dikalikan 700 unit
Pengerasan	30	Pengerasan	√			7 hari		
	Total					7 hari	7 hari	
Prosentase Aktivitas			40%	13%	50%			

Sumber: Hasil Observasi dan Interview

*) Keterangan Aktivitas:

VA : *Value Added*

NVA : *Non Value Added*

NNVA : *Necessary but non Value Added*

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pada proses produksi genteng royal, 40% merupakan *value added activities*, 50% merupakan *necessary but non value added activities*, dan 13% merupakan *non value added activities*. Adanya *non value added activities* mengakibatkan kinerja perusahaan dalam proses produksi kurang efektif dan efisien, aktivitas ini berpotensi munculnya *waste* atau pemborosan dan harus segera dihilangkan.

2. Paving Kotak

Berikut adalah proses pembuatan paving kotak di PT. Malang Indah:

- 1) Bahan baku dari *warehouse* seperti pasir, semen dan *flyash* yang diperlukan dibawa langsung ke mesin pencampuran. Kemudian mesin mengaduk bahan-bahan tersebut dengan air hingga merata.
- 2) Bahan campuran tersebut dialirkan menggunakan konveyor menuju mesin press agar dapat dicetak menjadi produk paving.
- 3) Pada proses pencetakan operator dibantu satu orang pekerja untuk menyediakan pallet serta menyeleksi produk yang rusak. Satu pallet cetakan terdapat 12 unit produk paving, dan untuk 1 batch (pencampuran) dapat menghasilkan 21 pallet cetakan. Dalam sehari, produksi paving kotak sebesar 18 batch dengan hasil sebanyak 4.500 unit. Sehingga untuk melakukan produksi tiap harinya memerlukan 375 pallet. Pada saat pencetakan berlangsung operator sering menunggu kiriman bahan campuran dari konveyor.
- 4) Setelah pencetakan di lakukan, tumpukan pallet tersebut diangkut menggunakan alat angkut *hand pallet* menuju *warehouse* pengeringan. Untuk satu kali angkut memiliki kapasitas sebanyak 9 pallet, jadi dalam sehari frekuensi pengangkutan sebanyak 42 kali. Kemudian produk setengah jadi tersebut dikeringkan (diangin-anginkan) di *warehouse* beratap selama sehari.
- 5) Setelah produk mengering kemudian dipindahkan lagi ke *warehouse* terbuka selama 28 hari agar produk paving dapat mengeras sempurna.
- 6) Paving yang telah mengeras dapat dikirimkan kepada konsumen dengan diangkut menggunakan truk.

Penjabaran aktivitas pada proses produksi paving dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Identifikasi Aktivitas Pada Proses Produksi Paving Kotak

Proses Produksi Paving Kotak	No.	Aktivitas	Keterangan Aktivitas *)			Waktu	Total waktu untuk 18 batch	Keterangan
			VA	NVA	NNVA			
Pencampuran	1	Mengisi pasir ke bak	√			125,90 detik	dikalikan 18 batch	
	2	Perjalanan pulang pergi membawa pasir			√	129,89 detik		
	3	Memuat semen	√			52,03 detik		
	4	Perjalanan pulang pergi membawa semen			√	65,55 detik		
	5	Menabur Semen ke mesin	√			19,95 detik		

Proses Produksi Paving Kotak	No.	Aktivitas	Keterangan Aktivitas *)			Waktu	Total waktu untuk 18 batch	Keterangan
			VA	NVA	NNVA			
	6	Memuat flyash	√			53,10 detik		
	7	Perjalanan pulang pergi membawa flyash			√	76,76 detik		
	8	Menabur flyash ke mesin	√			17,78 detik		
	9	Pengisian air	√			16,25 detik		
	10	Pengadukan bahan	√			467,51 detik		
Total						1.024,73 detik	18.445,12 detik	
Pengisian Bahan ke mesin press	12	Pengisian bahan ke mesin press menggunakan konveyor	√			73,33 detik		dikalikan 18 batch
	Total						73,33 detik	1.319,89 detik
Proses Pencetakan	13	Persiapan Pallet			√	5,779 detik		
	14	Pengisian Bahan	√			19,338 detik		
	15	Pengepressan	√			15,99 detik		
	16	Pemindahan produk keluar dari mesin			√	6,003 detik		dikalikan 375 pallet
	Total						47,11 detik	17.666,25 detik
Seleksi manual produk rusak	17	Seleksi manual produk rusak			√	4,76 detik		dikalikan 375 pallet
	Total						4,76 detik	1.785,00 detik
Pemindahan pallet ke proses pengeringan	18	Pemindahan pallet ke proses pengeringan			√	46,9645 detik		dikalikan 42kali (frekuensi)
	Total						46,9645 detik	1.972,51 detik
Proses Pengeringan dan pengerasan	19	Pengeringan produk setengah jadi	√			1 hari		
	20	Pengangkutan produk ke warehouse		√		1 hari		untuk 18 batch
	21	Pengerasan produk jadi di warehouse	√			27 hari		
	Total						29 hari	29 hari
Prosentase Aktivitas			60%	5%	35%			

Sumber: Hasil Observasi dan Interview

*) Keterangan Aktivitas:

VA : *Value Added*

NVA : *Non Value Added*

NNVA : *Necessary but non Value Added*

Berdasarkan keseluruhan aktivitas pada proses produksi pembuatan produk paving kotak 60% merupakan *value adding activity*, 35% merupakan *necessary but non value adding activity*, dan 5% merupakan *non value adding activity*. Adanya *non value adding activity* mengakibatkan kinerja perusahaan dalam proses produksi kurang efektif dan efisien, aktivitas ini berpotensi munculnya *waste* atau pemborosan dan harus segera dihilangkan.

4.3.2 Pembuatan *Value Stream Mapping (VSM)*

Value stream mapping merupakan langkah awal untuk memahami aliran informasi awal untuk informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan. Untuk membuat *value stream mapping*, terlebih dahulu dilakukan pengamatan sepanjang *value stream* pada proses produksi.

4.3.2.1 Aliran Informasi Proses Produksi Genteng Royal

Berdasarkan hasil brainstorming dan pengamatan yang dilakukan maka aliran informasi produksi genteng sebagai berikut:

1. Aliran informasi dimulai dengan datangnya pesanan dari customer yang diterima oleh bagian manajemen dan diajukan kepada bagian produksi.
2. Bagian produksi melakukan perhitungan mengenai kebutuhan bahan baku material dan bila stok di *warehouse* bahan baku tidak mencukupi maka akan dilakukan pemesanan bahan baku material.
3. Supplier menerima pesanan bahan baku, kemudian dilakukan pengiriman bahan baku ke perusahaan. Setelah itu pesanan bahan baku diterima oleh perusahaan dan dimasukkan pada *warehouse* bahan baku.
4. Bahan baku yang diperlukan dikirimkan ke lantai produksi.
5. Bagian produksi menerima *schedule* produksi.
6. Pada *warehouse* produk jadi pekerja memberikan informasi kepada bagian produksi berupa jumlah stok produk yang tersimpan dan siap untuk dikirimkan kepada konsumen.

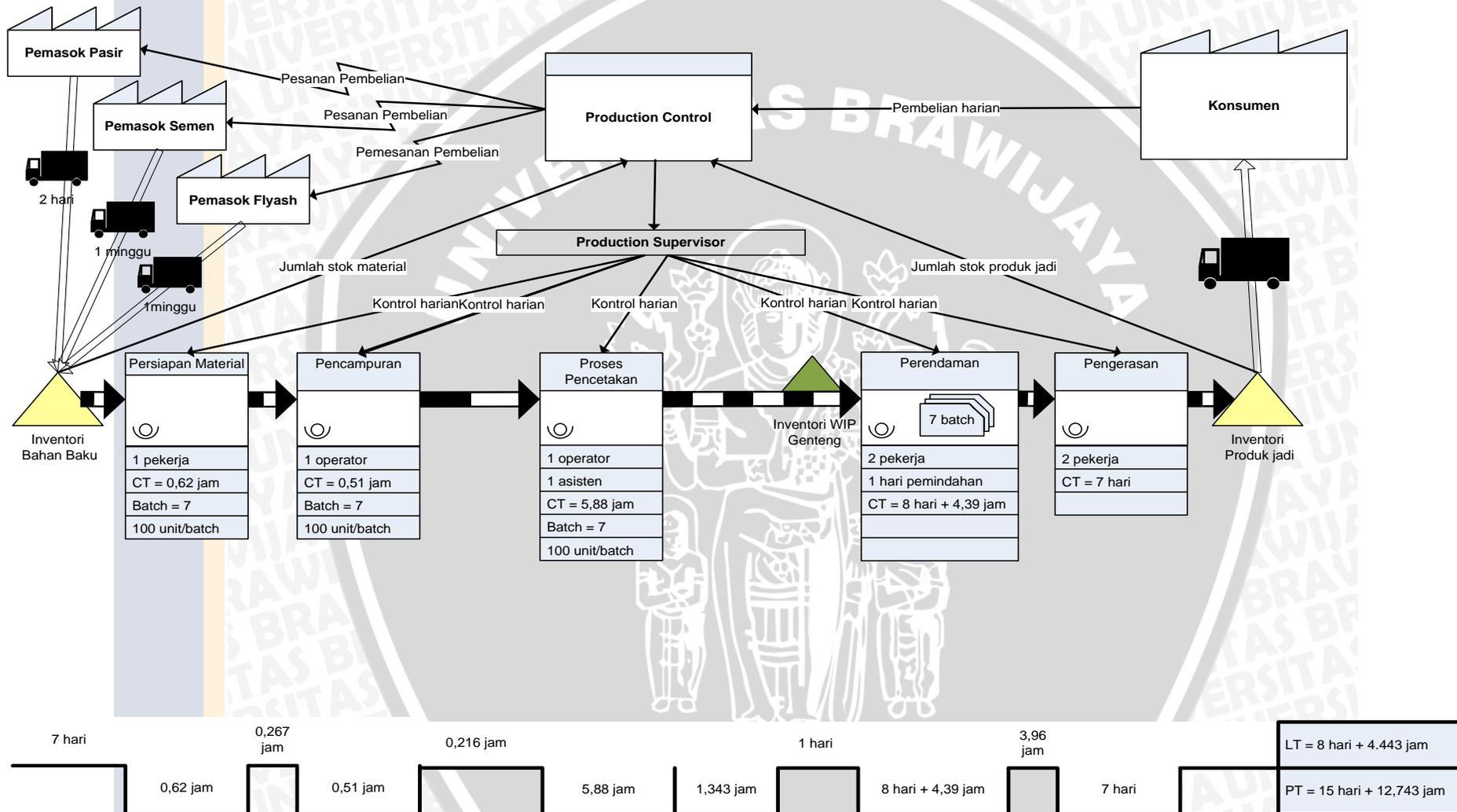
4.3.2.2 Aliran Material Proses Produksi Genteng Royal

Berdasarkan hasil brainstorming dan pengamatan yang dilakukan maka aliran material produksi genteng sebagai berikut:

1. Bahan baku yang terdapat pada *warehouse* diambil sesuai dengan komposisi kemudian diletakkan dekat dengan mesin pencampuran.
2. Setelah menjadi bahan campuran, bahan campuran dikirimkan ke mesin press agar dilakukan pencetakan produk genteng.
3. Produk genteng setengah jadi dikeringkan (diangin-anginkan) pada rak-rak yang telah tersedia.
4. Genteng yang mulai mengeras di rendam pada bak perendaman.
5. Kemudian genteng tersebut dipindahkan ke *warehouse*.

Dan total *proccesing time* untuk 7 batch selama 15 hari + 12,31 jam. Adapun *Lead time* produksi ialah 8 hari + 3,993 jam seperti yang tertera pada Gambar 4.3. Hal ini menjelaskan bahwa proses produksi atau aliran material terjadi masih terdapat aktivitas proses produksi yang merupakan *non value added*. Gambar 4.3 merupakan *Current State Value Stream Mapping* yang memperlihatkan keadaan saat ini pada perusahaan.





Gambar 4.3 Current State Value Stream Mapping Proses Produksi Genteng Royal

4.3.2.3 Aliran Informasi Proses Produksi Paving Kotak

Berdasarkan hasil brainstorming dan pengamatan yang dilakukan maka aliran informasi produksi paving sebagai berikut:

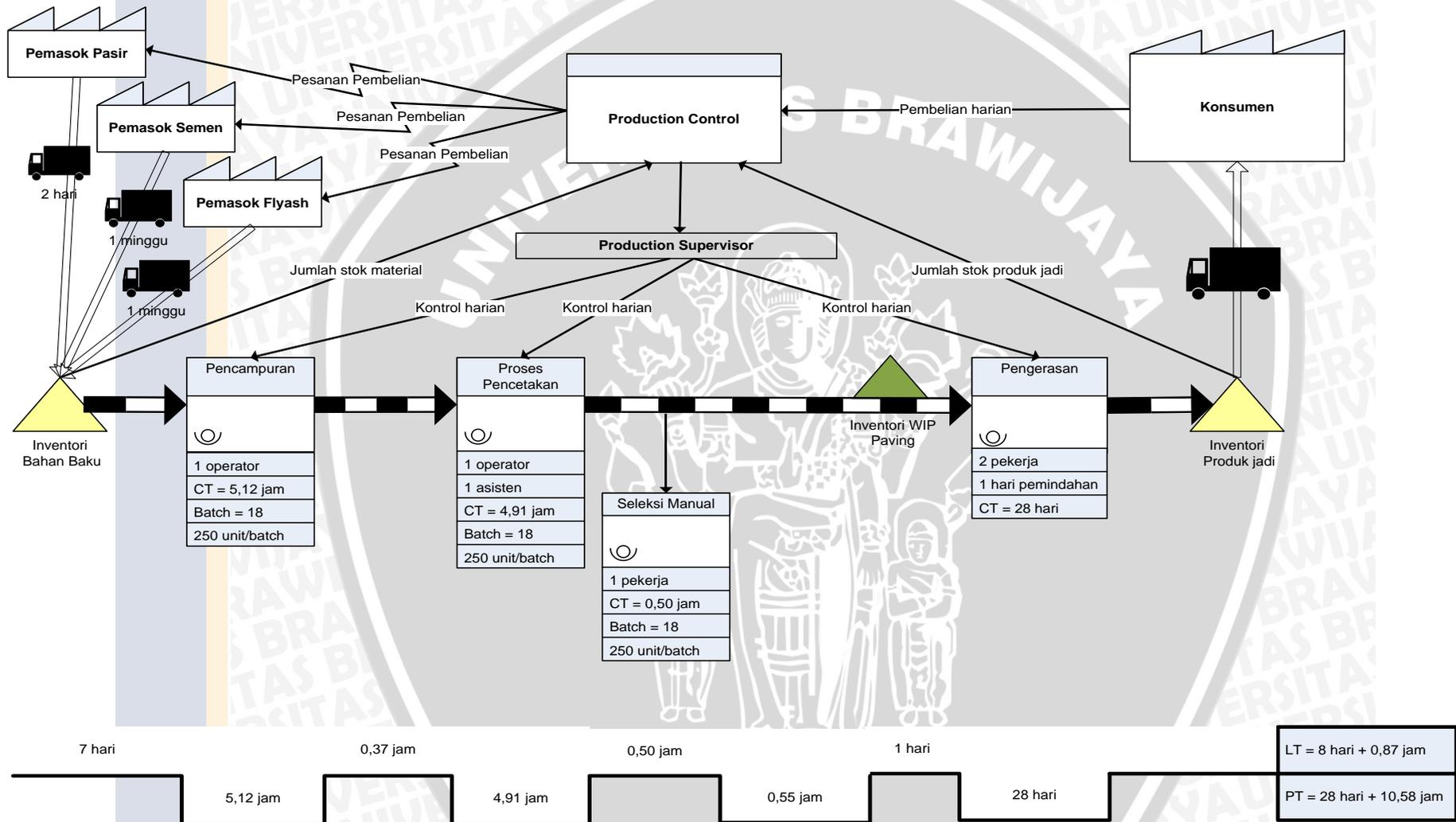
1. Aliran informasi dimulai dengan datangnya pesanan dari customer yang diterima oleh bagian marketing dan diajukan kepada bagian produksi.
2. Bagian produksi melakukan perhitungan mengenai kebutuhan bahan baku material dan bila stock di *warehouse* bahan baku tidak mencukupi maka akan dilakukan pemesanan bahan baku material.
3. Supplier menerima pesanan bahan baku, kemudian dilakukan pengiriman bahan baku ke perusahaan. Setelah itu pesanan bahan baku diterima oleh perusahaan dan dimasukkan pada *warehouse* bahan baku.
4. Bahan baku yang diperlukan dikirimkan ke lantai produksi
5. Bagian produksi menerima *schedule* produksi
6. Pada *warehouse* produk jadi pekerja memberikan informasi kepada bagian produksi berupa jumlah stok produk yang tersimpan dan siap untuk dikirimkan kepada konsumen.

4.3.2.4 Aliran Material Proses Produksi Paving Kotak

Berdasarkan hasil brainstorming dan pengamatan yang dilakukan maka aliran material produksi paving sebagai berikut:

1. Bahan baku yang terdapat pada *warehouse* di ambil sesuai dengan komposisi di bawa ke mesin pencampuran.
2. Setelah menjadi bahan campuran, bahan campuran dikirimkan ke mesin press agar dilakukan pencetakan produk paving.
3. Produk paving setengah jadi dikeringkan (diangin-anginkan) pada tempat yang telah tersedia.
4. Kemudian paving tersebut dipindahkan ke *warehouse*.

Dan total *proccesing time* untuk 18 batch yaitu 28 hari + 10,58 jam. Adapun *Lead time* produksi ialah 8 hari + 0,87 jam seperti yang tertera pada Gambar 4.4 Hal ini menjelaskan bahwa proses produksi atau aliran material terjadi masih terdapat aktivitas proses produksi yang merupakan *non value added*. Gambar 4.4 merupakan *Current State Value Stream Mapping* yang memperlihatkan keadaan saat ini pada perusahaan.



Gambar 4.4 Current State Value Stream Mapping Proses Produksi Paving Kotak

4.3.3 Mengidentifikasi Waste E-DOWNTIME

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi kesembilan jenis waste yang terdapat pada proses produksi genteng royal dan paving kotak di PT. Malang Indah. Sembilan waste yang teridentifikasi dalam proses produksi diantaranya:

1. *Environmental, Health, and Safety* (EHS)

Prosedur EHS yang harus dilaksanakan agar tidak terjadi pemborosan yang diakibatkan oleh kelalaian dalam penerapan prosedur EHS. Peraturan yang sudah ada, tetapi kesadaran dari karyawan kurang dalam hal memperhatikannya. Apabila tidak diadakan pendisiplinan dalam memakai alat pengaman untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja masalah ini akan terus ada. Perlengkapan keamanan yang wajib dikenakan berupa sepatu boot, sarung tangan kain dan plastik. Meskipun pihak perusahaan telah menyediakan alat keamanan berupa sarung tangan kain dan sarung tangan plastik yang dapat diganti jikalau telah rusak tetapi kenyataannya ada saja pekerja yang lalai tidak menggunakannya. Dan untuk alat pelindung kerja berupa sepatu boot, tidak disediakan oleh perusahaan sehingga menyebabkan pekerja tidak melindungi kakinya dari menginjak material di lantai atau dapat tertimpa produk-produk. Maka perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut agar lebih diperketat dalam memakai alat pengaman agar tidak mengganggu proses produksi. Hal ini diperlukan karena ada permasalahan yang terkait yaitu tidak semua karyawan disiplin untuk memakai alat pengaman dan kesehatan menjadi tidak terganggu. Berikut adalah contoh pekerja yang menggunakan alat pelindung diri berupa sarung tangan kain dapat terlihat pada posisi sebelah kanan Gambar 4.5 sedangkan untuk contoh pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung diri. Dan Gambar 4.6. merupakan contoh pekerja pada proses produksi paving kotak yang menggunakan sarung tangan kain dengan tidak menggunakan sepatu boot sebagai alat keamanan untuk kaki pekerja tersebut.



Gambar 4.5 Contoh EHS Pekerja Pada Produksi Genteng Royal



Gambar 4.6 Contoh EHS Pekerja Pada Produksi Paving Kotak

2. Defect

Pada saat memproduksi produk genteng royal dan paving kotak di PT. Malang Indah ditemukan adanya produk yang cacat.

1) Genteng Royal

Pada produk genteng terjadi kerusakan atau cacatnya produk pada saat perendaman, pencetakan, dan pengiriman. Gambar 4.7 menunjukkan salah satu contoh produk genteng royal yang rusak.



Gambar 4.7 Produk *Defect* (cuil) Genteng Royal

2) Paving Kotak

Terjadi kerusakan produk pada saat pencetakan, pada saat penumpukan dan pecah saat melakukan pengangkutan ketika produksi berlangsung. Beberapa contoh cacat produk paving kotak tertera pada Gambar 4.8.

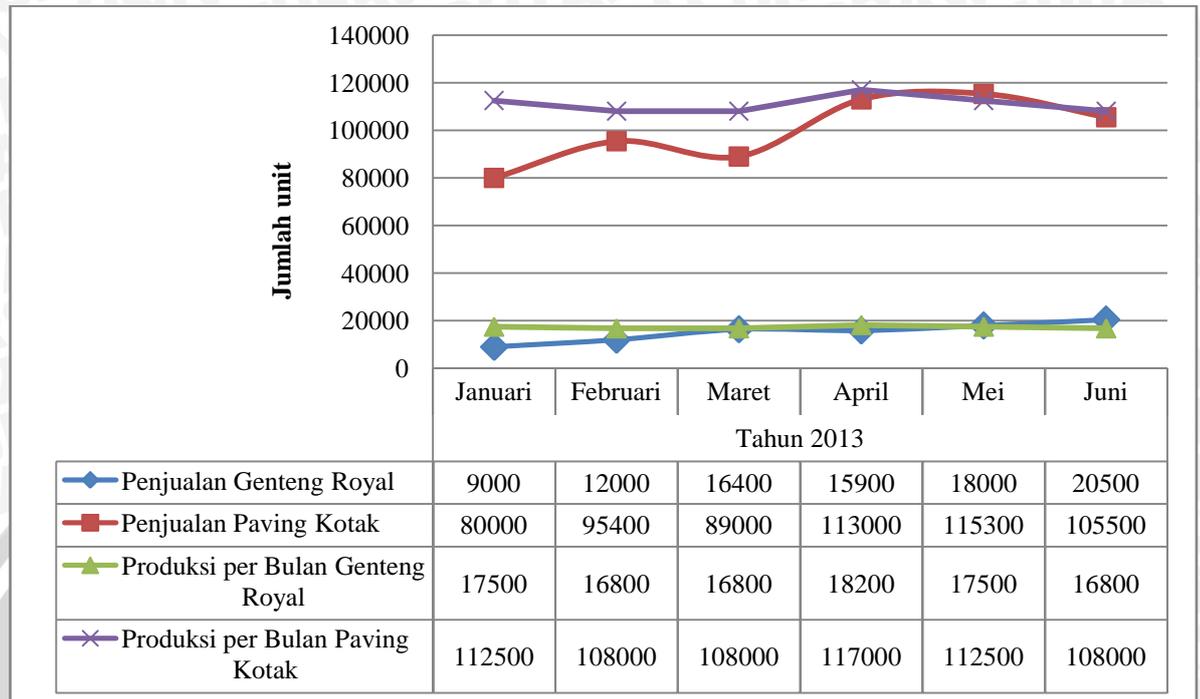


Gambar 4.8 Produk *Defect* Paving Kotak

3. *Overproduction*

Jenis *waste* ini terjadi karena produksi melebihi kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. Pada perusahaan PT. Malang Indah menggunakan tipe produksi *Make to Order* (MTO) dan *Make to Stock* (MTS). Akan tetapi PT. Malang Indah lebih menekankan pada tipe *Make to Stock* (MTS). Pihak perusahaan akan menerima *order* dari konsumen jika sekiranya dapat terpenuhi kuantitas dan waktu

pengambilannya. Berikut adalah data penjualan dan produksi perbulan produk genteng royal dan paving kotak yang tertera pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penjualan dan Produksi Genteng Royal dan Paving Kotak

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa terdapat *overproduction* yang terjadi pada bulan Januari sampai dengan April untuk produk genteng royal dan untuk produk paving kotak terjadi *overproduction* pada bulan Januari, Februari, Maret, April, dan Juni. Hal ini dikarenakan jumlah produksi melebihi kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. Kelebihan produksi ini tidak menjadi masalah bagi perusahaan karena kelebihan produksi digunakan sebagai persediaan stok produk untuk permintaan konsumen selanjutnya.

4. *Waiting*

Waiting merupakan jenis *waste* yang terjadi karena pekerja tidak melakukan aktivitas yang bernilai tambah seperti waktu yang terbuang karena menunggu. Pada proses produk genteng royal dan paving kotak peneliti menemukan adanya pemborosan dalam waktu menunggu bahan *outcome* dari proses sebelumnya. Ini terjadi bagi kedua jenis produk tersebut.

5. *Not utilizing employees knowledge, skills and abilities*

Kemampuan operator dalam menjalankan proses dan aktivitas seleksi produk rusak, serta mampu mendeteksi penyebab mesin mengalami masalah dan cara untuk

mengatasi masalah tersebut diperlukan keahlian. Faktor-faktor yang berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan, kemampuan operator tidak memiliki tingkat resiko yang tinggi karena pada setiap mesin yang beroperasi telah dikendalikan oleh pekerja yang ahli terhadap penggunaan mesin tersebut. Berdasarkan hasil wawancara kepada pihak perusahaan didapatkan bahwa jumlah pekerja pada proses produksi genteng royal sebanyak 7 orang pekerja, sedangkan paving kotak sebanyak 6 orang. Rincian data pekerja dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kesesuaian Alokasi Pekerja Dengan Kemampuannya

Mesin	Produk	Jumlah pekerja	Apakah sudah sesuai dengan kemampuan kerja
Operator Mesin Pengaduk	Genteng royal	1	√
	Paving kotak	1	√
Operator Mesin Pencetak (Press)	Genteng royal	1	√
	Paving kotak	1	√
Asisten pada mesin press	Genteng royal	1	√
	Paving kotak	1	√
Pekerja pengangkut produk saat produksi	Genteng royal	2	√
	Paving kotak	2	√
Pekerja pengangkut produk saat pengiriman	Genteng royal dan paving kotak	3	√
Total		13	13

6. *Transportation*

Pada proses produksi genteng royal peneliti menemukan beberapa penyebab terjadinya *waste* transportasi. Jauhnya pengangkutan bahan baku yang diperlukan menyebabkan pekerja membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menyediakan bahan baku yang akan digunakan serta membutuhkan frekuensi berulang kali untuk mengambil bahan campuran yang akan digunakan buat pencetakan. Berantakannya material di area lantai produksi dapat menghambat gerak pekerja. *Waste* ini termasuk aktivitas *necessary non value added* (NNVA) dan juga dapat menyebabkan terjadinya *waste waiting*. Jenis *waste* transportasi yang ditemukan inilah yang akan diamati lebih lanjut agar dapat *direduce* atau dikurangi. Lain halnya dengan produksi paving kotak tidak mengalami hambatan produksi yang disebabkan oleh *waste* transportasi. Karena pada proses produksi paving kotak, jarak antara warehouse bahan baku bersebelahan dengan mesin pencampuran sehingga tidak memakan jarak *material handling* yang jauh begitupula dengan keberadaan mesin press dan tempat penyimpanan produk setengah jadi.

7. Inventories

Jenis pemborosan ini terjadi karena inventori yang berlebihan. Produksi genteng royal dan paving kotak di PT. Malang Indah bersifat *make to stock* dengan batas maksimal persediaan sebesar 30.000 unit untuk genteng royal dan 220.000 unit untuk paving kotak. Umumnya konsumen memesan produk dalam jumlah banyak dan diambil secara berkala sesuai dengan kesepakatan tanggal pengambilannya. Pada Tabel 4.4 didapatkan bahwa jumlah produk yang terjual pada bulan Januari, Februari, Maret, dan April jumlah produksi melebihi dari jumlah penjualan sehingga produk tersebut menjadi inventori perusahaan tetapi tidak melebihi dari maksimal persediaan produk genteng royal dan inventori pada bulan desember 2012 sebesar 880 unit.

Tabel 4.4 Inventori Produk Genteng Royal

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	Kelebihan Produksi	Kumulatif Kelebihan Produksi
Desember 2012	-	-	880	880
Januari	17.500	9.000	8.500	9.380
Februari	16.800	12.000	4.800	14.180
Maret	16.800	16.400	400	14.580
April	18.200	15.900	2.300	16.880
Mei	17.500	18.000	-	16.380
Juni	16.800	20.500	-	12.680

Pada Tabel 4.5 didapatkan bahwa jumlah pada bulan Januari, Februari, Maret, dan Juni jumlah produksi melebihi dari jumlah penjualan sehingga produk tersebut menjadi inventori perusahaan tetapi tidak melebihi dari maksimal persediaan produk paving kotak dan inventori pada bulan desember 2012 sebesar 1.056 unit.

Tabel 4.5 Inventori Produk Paving Kotak

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	Kelebihan Produksi	Kumulatif Kelebihan Produksi
Desember 2012	-	-	1.056	1.056
Januari	112.500	80.000	32.500	33.556
Februari	108.000	95.400	12.600	46.156
Maret	108.000	89.000	19.000	65.156
April	117.000	113.000	4.000	69.156
Mei	112.500	115.300	-	66.356
Juni	108.000	105.500	2.500	68.856

Dari data bulan Januari – Juni didapatkan pesanan minimal 9.000 unit untuk produk genteng royal dan sebanyak 80.000 unit untuk produk paving kotak sedangkan pesanan maksimum untuk produk genteng royal sebanyak 20.500 unit dan paving kotal sebanyak 115.300 unit. Adapun inventori produk yang dihasilkan berfungsi sebagai antisipasi adanya pesanan yang berfluktuasi tiap bulannya.

8. Motion

Waste motion berkaitan dengan pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream* berupa aktivitas yang dilakukan oleh pekerja pada masing-masing produksi. Untuk kedua produk yaitu genteng dan paving, pekerja melakukan aktivitas pengerjaan mulai dari pengangkutan bahan baku, pengoperasian mesin, *material handling* produk jadi telah dilakukan sesuai dengan prosedur dan tidak melebihi dari prosedur. Tabel 4.6 dan Tabel 4.7 adalah aktivitas gerakan pada proses produksi genteng royal dan paving kotak dari hasil pengamatan dan wawancara dengan pihak perusahaan.

Tabel 4.6 Aktivitas Gerakan Produksi Produk Genteng Royal

No.	Aktivitas	Penggunaan Tangan	Aktivitas yang perlu dilakukan / tidak perlu
1	Membawa gerobak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
2	Mencangkul pasir	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
3	Menuangkan ke gerobak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
4	Mendorong gerobak ke samping mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
5	Membawa bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
6	Mencangkul semen	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
7	Menuangkan ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
8	Membawa bak ke samping mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
9	Menyalakan mesin pengaduk	Tangan kanan	Perlu
10	Mengambil air dengan ember	Tangan kanan	Perlu
11	Menuangkan semen ke mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
12	Menuangkan air	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
13	Mencangkul pasir ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
14	Menuangkan pasir	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
15	Membawa bak dengan tangan kanan	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
16	Mencangkul flyash	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
17	Menuangkan ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
18	Membawa bak ke samping mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
19	Menuangkan flyash	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
20	Memuat bahan campuran ke gerobak angkut	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
21	Mendorong bahan campuran ke	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu

No.	Aktivitas	Penggunaan Tangan	Aktivitas yang perlu dilakukan / tidak perlu
	mesin press		
22	Setting pallet	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
23	Menuangkan bahan dengan tangan kanan dan tangan kiri memegang cetakan pallet	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
24	Setting pallet ke mesin press	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
25	Pengepressan	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
26	Mendorong cetakan keluar	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
27	Pemindahan cetakan pallet	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
28	Pelepasan cetakan	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
29	Memindahkan ke rak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
30	Melakukan pengambilan produk ke gerobak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
31	Mendorong gerobak angkut ke bak perendaman	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
32	Mengambil produk	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
33	Meletakkan produk pada bak perendaman	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
34	Menyalakan keran air	Tangan kanan	Perlu
35	Membuka penutup bak perendaman setelah 7 hari	Tangan kanan	Perlu
36	Melakukan pengangkutan produk menggunakan gerobak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
37	Menumpuk produk pada warehouse	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu

Tabel 4.7 Aktivitas Gerakan Produksi Produk Paving Kotak

No.	Aktivitas	Penggunaan Tangan	Aktivitas yang perlu dilakukan / tidak perlu
1	Mencangkul pasir	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
2	Menuangkan ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
3	Membawa pasir ke mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
4	Menuangkan pasir ke mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
5	Membawa bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
6	Mencangkul semen	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
7	Menuangkan semen ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
8	Membawa bak ke menuju mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
9	Menuangkan sedikit demi sedikit semen pada mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
10	Menyalakan mesin pengaduk	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
11	Mencangkul flyash	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
12	Menuangkan flyash ke bak	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
13	Membawa bak ke menuju mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
14	Menaburkan flyash pada mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
15	Mengambil air dengan ember	Tangan kanan	Perlu
16	Menuangkan air	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
17	Mematikan mesin pengaduk	Tangan kanan	Perlu
18	Menyalakan konveyor	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
19	Membuka penutup mesin pintu konveyor	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
20	Mengambil pallet	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu

No.	Aktivitas	Penggunaan Tangan	Aktivitas yang perlu dilakukan / tidak perlu
21	Meletakkan pallet ke dalam mesin press	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
22	Pengisian bahan pada mesin press	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
23	Melakukan pengepressan dengan menekan tuas mesin	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
24	Pemindahan pallet dari dalam mesin press	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
25	Menumpuk pallet pada alat angkut handpallet	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
26	Pengangkutan handpallet menuju warehouse pengeringan	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu
27	Pengangkutan handpallet menuju warehouse produk akhir	Tangan kanan dan Tangan Kiri	Perlu

9. *Excess Processing*

Pemborosan pada jenis ini meliputi proses pengerjaan ulang (*rework*) dikarenakan produk tidak sesuai spesifikasi dan pembelian ulang material. Produk setengah jadi yang rusak atau tidak sesuai spesifikasi dipisahkan dan dicetak kembali. Sedangkan untuk produk yang sudah jadi dihancurkan terlebih dahulu. Bahan baku yang tersedia pada *warehouse* akan digunakan untuk semua produk, ketika semua produk diproduksi secara bersamaan maka sering terjadinya pembelian ulang material bahan baku.

4.3.4 Identifikasi *Critical To Quality* (CTQ)

Tujuan identifikasi CTQ adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya *waste* yang paling utama. Identifikasi CTQ dilakukan pada tipe *waste*, sebagai berikut:

1. *Environmental, Health, and Safety* (EHS)

Pemborosan jenis ini terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS. Pada proses produksi genteng royal dan paving kotak PT. Malang Indah teridentifikasi sebanyak 3 *critical to quality* (CTQ) untuk produk genteng royal berupa kaki terluka, tangan terluka, dan tangan menjadi iritasi. Sedangkan untuk produk paving kotak teridentifikasi sebanyak 2 *critical to quality* (CTQ) untuk produk genteng royal berupa kaki terluka, dan tangan terluka.

2. Defect

Identifikasi *critical to quality* untuk produk *defect* dilakukan dengan mendefinisikan jenis-jenis dan jumlah produk *defect* yang terjadi dalam memproduksi genteng dan paving selama Januari sampai dengan Juni 2013. Perusahaan telah mengelompokkan jenis cacat dalam produk genteng dan jenis cacat inilah yang menjadi *critical to quality* (CTQ) diantaranya ialah cuil, pecah, dan retak. Sedangkan untuk produk paving yaitu pecah dan cetakan tidak sempurna.

3. Overproduction

Critical to Quality dari waste *overproduction* pada produk genteng royal dan paving kotak yaitu dimana jumlah produksi melebihi *order* atau penjualan, sehingga terdapat inventori setiap bulannya pada produksi genteng royal dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Data *Overproduction* Genteng Royal

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	<i>Overproduction</i>	Prosentase <i>Overproduction</i>
Januari	17.500	9.000	7.800	44,57%
Februari	16.800	12.000	4.800	28,57%
Maret	16.800	16.400	400	2,38%
April	18.200	15.900	900	4,94%

Terjadi *overproduction* selama bulan Januari sampai dengan April sebesar 44,57%, 28,57%, 2,38%, dan 4,94% dari jumlah produksi yang ditentukan.

Tabel 4.9 Data *Overproduction* Paving Kotak

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	<i>Overproduction</i>	Prosentase <i>Overproduction</i>
Januari	112.500	80.000	28.000	24,88%
Februari	108.000	95.400	12.600	11,66%
Maret	108.000	89.000	19.000	17,59%
April	117.000	113.000	4.000	3,41%
Juni	108.000	105.500	2.500	2,31%

Terjadi *overproduction* pada produksi paving kotak selama bulan Januari, Februari, Maret dan Juni sebesar 24,88%, 11,66%, 17,59%, 3,41%, dan 2,31% dari jumlah produksi yang ditentukan.

4. *Waiting*

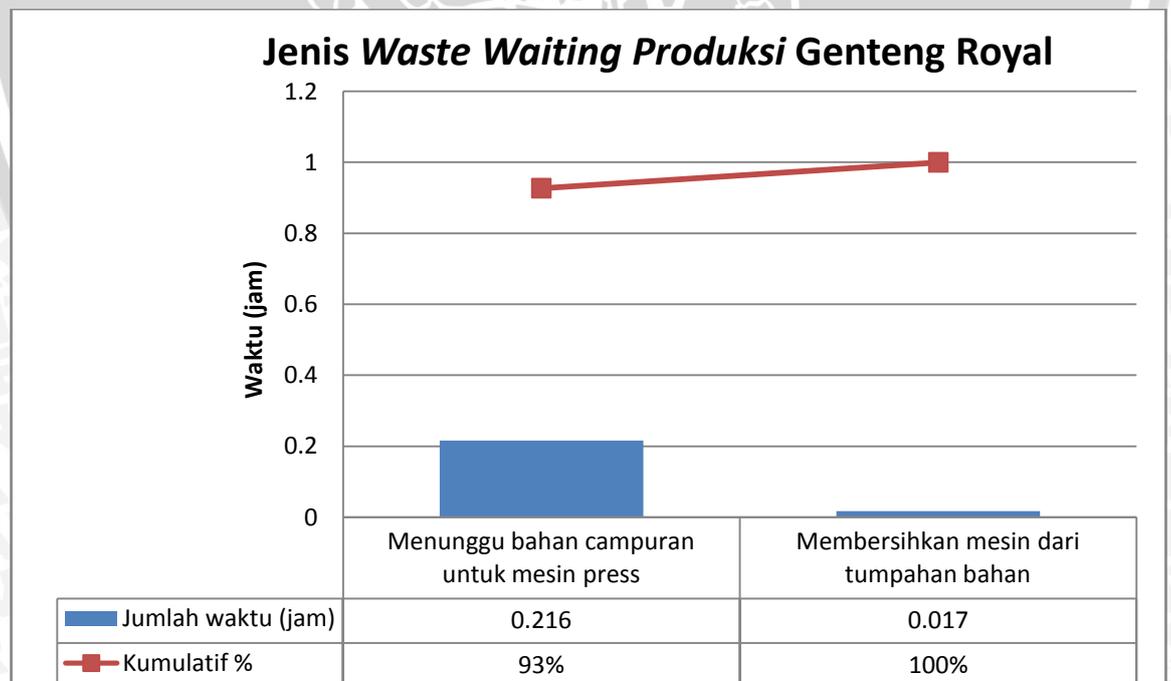
Identifikasi CTQ *waiting* dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis *waiting* yang terjadi dalam proses produksi paving dan genteng dengan mengitung waktu yang hilang akibat *waste* tersebut. Jenis *waste waiting* adalah menunggu bahan campuran untuk mesin press, menunggu set up mesin, dan waktu untuk membersihkan mesin dari tumpahan material sisa. Waktu yang hilang pada proses produksi genteng royal dan paving kotak ditampilkan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

1) Genteng Royal

Tabel 4.10 Jenis *Waiting* Produksi Genteng Royal

No.	Jenis <i>Waiting</i> Produksi Genteng Royal	Waktu (jam)	Prosentase	Kumulatif
1	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	0,216	93%	93%
2	Membersihkan mesin dari tumpahan bahan	0,017	7%	100%
Total		0,233	100%	

Tabel 4.10 menjelaskan bahwa waktu yang hilang pada proses produksi genteng royal sebanyak 0,233 jam perhari. Dari masing-masing kriteria *waiting* selanjutnya digambarkan dalam bentuk diagram pareto.



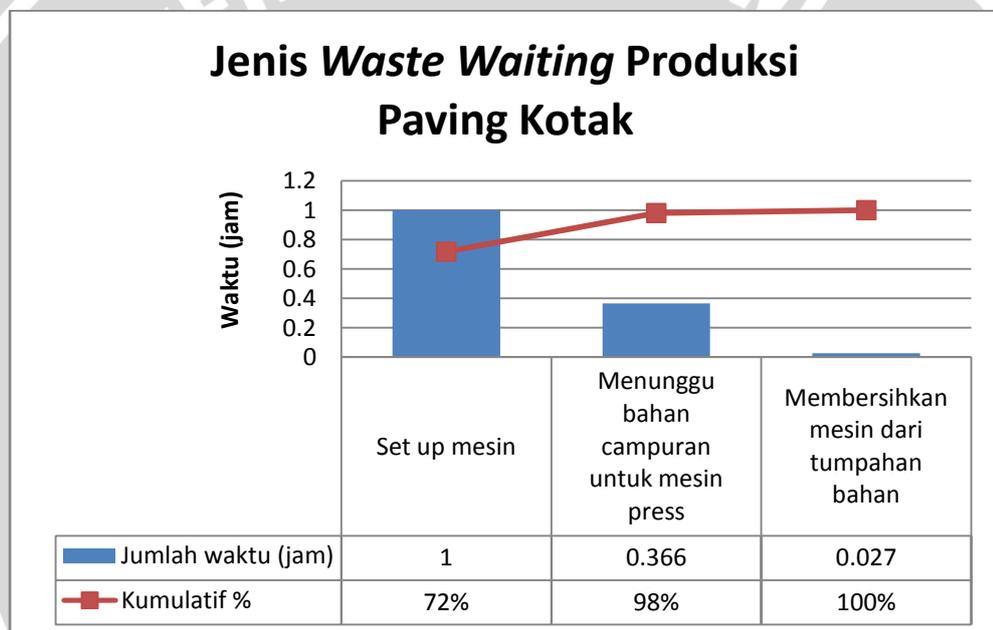
Gambar 4.10 Jenis *Waste Waiting* Produksi Genteng Royal

2) Paving Kotak

Tabel 4.11 Jenis *Waiting* Produksi Paving Kotak

No.	Jenis <i>Waiting</i> Produksi Paving Kotak	Waktu (jam)	Prosentase	Kumulatif
1	Set up mesin	1	72%	72%
2	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	0,366	26%	98%
3	Membersihkan mesin dari tumpahan bahan	0,027	2%	100%
Total		1,393	100%	

Pada Tabel 4.11 dijelaskan bahwa waktu yang hilang pada proses produksi paving kotak sebanyak 1,393 jam perhari. Dari masing-masing kriteria *waiting* selanjutnya digambarkan dalam bentuk diagram pareto.

Gambar 4.11 Jenis *Waste Waiting* Produksi Paving Kotak

Akan tetapi aktivitas set up mesin dan membersihkan mesin dari tumpahan bahan, tidak dapat dihindari karena merupakan aktivitas utama dalam memproduksi genteng royal dan paving kotak.

5. *Not utilizing employees knowledge, skills and abilities*

Pada jenis pemborosan ini terdapat *critical to quality* (CTQ) berupa kemampuan para pekerja untuk melakukan pekerjaannya dengan baik sesuai dengan keahlian pada masing-masing proses produksi genteng royal dan paving kotak.

6. *Transportation*

Pemborosan jenis transportasi dalam proses produksi genteng royal dan paving kotak aktivitas perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain. Terdapat 2 jenis *critical to quality* pada proses produksi genteng diantaranya jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku, dan jarak yang jauh untuk memindahkan material campuran ke mesin pencetakan sehingga menimbulkan pemborosan waktu.

7. *Inventories*

Pemborosan jenis inventori mempunyai *critical to quality* dengan kriteria inventori produk jadi yang melebihi batas maksimum persediaan pada produksi genteng royal dan paving kotak.

8. *Motion*

Motion merupakan jenis pemborosan yang terjadi karena pergerakan yang lebih banyak daripada yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. Aktivitas atau gerakan yang lebih ini dapat diartikan sebagai aktivitas yang tidak perlu atau tidak bernilai. Aktivitas-aktivitas yang tidak perlu dilakukan dan yang perlu dilakukan sesuai dengan prosedur kerja pada produksi genteng royal dan paving kotak, merupakan kriteria *critical to quality* pada *waste motion*.

9. *Excess Processing*

Excess Processing merupakan salah satu jenis pemborosan berupa proses produksi yang berlebihan yang terjadi akibat adanya pengerjaan ulang (*rework*) dikarenakan tidak sesuai spesifikasi atau produk *defect*. Kemudian perusahaan pernah beberapa kali melakukan penambahan jumlah pemesanan bahan baku disebabkan kekurangan stok bahan baku. Maka teridentifikasi sebanyak dua karakteristik yang termasuk kedalam *critical to quality* (CTQ) pada *waste excess processing*.

4.4 Tahap *Measure*

Measure merupakan tahap kedua dari siklus DMAIC yang berkaitan dengan aktivitas pengukuran dan perhitungan pada *waste* yang telah diidentifikasi pada tahap *define*. Nilai level sigma diperoleh dengan cara melihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma pada Lampiran 3.

Adapun rumus perhitungan DPMO sebagai berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknya Kegagalan}}{\text{Jumlah unit yang diperiksa} \times CTQ} \times 1.000.000$$

Diperlu perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma sebagai dengan rumus sebagai berikut:

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) + y_1$$

Dimana:

y_2 = level sigma batas bawah

y_1 = level sigma batas atas

x_2 = nilai DPMO dari level sigma batas bawah

x_1 = nilai DPMO dari level sigma batas atas

x = nilai DPMO yang diketahui

Kemudian *waste* yang dilakukan pengukuran antara lain:

4.4.1 Environmental, Health and Safety (EHS)

Jumlah pekerja pada proses produksi genteng royal dan paving kotak sebanyak 13 pekerja, 6 pekerja dari produksi genteng royal dan 7 produksi paving. Pada Tabel 4.6 menunjukkan jumlah pekerja yang menggunakan alat pelindung dengan pekerja yang seharusnya menggunakan alat pelindung pada saat proses produksi.

Tabel 4.12 Penggunaan Alat Pelindung Pekerja

Cedera	Jenis alat pelindung	Penggunaan pada proses produksi	Keterangan	Jumlah pekerja yang menggunakan (unit)	Jumlah pekerja yang seharusnya menggunakan (unit)	Selisih
Kaki terluka	Sepatu boot	Genteng royal dan Paving Kotak	Semua pekerja	2	13	11
Tangan terluka	Sarung tangan kain	Genteng royal dan Paving Kotak	Semua pekerja	5	13	8
Tangan menjadi iritasi	Sarung tangan plastik	Genteng royal	Hanya untuk operator mesin press dan satu pekerja untuk pemindahan produk cetakan	0	2	2
Total				7	28	21

Banyaknya pekerja yang tidak menggunakan : 21 unit

Jumlah unit yang diperiksa : 28 unit

CTQ potensial : 3

$$DPMO = \frac{21}{28 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 250.000$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO sebesar 250.000 berada diantara level sigma 1,67 dan 1,66 yang memiliki nilai DPMO diantara 246.049 dan 250.144. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 1,67$$

$$y_1 = 1,66$$

$$x_2 = 246.049$$

$$x_1 = 250.144$$

$$x = 250.000$$

$$y = \frac{1,67 - 1,66}{246.049 - 250.144} (250.000 - 250.144) + 1,66$$

$$y = \frac{1,44}{4095} + 1,66$$

$$y = 1,6603$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 1,6603 dengan DPMO sebesar 250.000. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan bahwa untuk kelengkapan penggunaan alat pelindung diri perlu melakukan perbaikan, sehingga dapat menghindari pekerja dari cedera dalam bekerja atau *zero accident*.

4.4.2 Defect

Di bawah ini merupakan data produk *defect* genteng royal dan paving kotak dalam 6 bulan mulai dari bulan Januari hingga Juni 2013.

Tabel 4.13 Data Produk *defect* Genteng Royal dan Paving Kotak

Bulan	Jumlah Defect (unit)		Rata-rata Produksi (unit)		Prosentase Defect dari rata-rata produksi	
	Genteng Royal	Paving Kotak	Genteng Royal	Paving Kotak	Genteng Royal	Paving Kotak
Januari	229	225	17.500	112.500	1,31%	0,2%
Februari	230	237	16.800	108.000	1,37%	0,22%
Maret	243	216	16.800	108.000	1,45%	0,2%
April	267	209	18.200	117.000	1,46%	0,18%
Mei	271	240	17.500	112.500	1,55%	0,21%
Juni	291	259	16.800	108.000	1,73%	0,24%
Total	1.531	1.386	103.600	666.000		

Dari data historis untuk hasil produksi genteng royal dan paving paving dapat diketahui bahwa jumlah *defect* yang terjadi cukup besar. Jumlah produk cacat yang terjadi merupakan kumulatif dari *defect* yang terjadi pada saat proses produksi serta pada saat pengangkutan produk jadi. Adapun perhitungan DPMO untuk masing-masing produk sebagai berikut:

1. *Defect* Genteng Royal

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan brainstorming dengan pihak produksi diperoleh hasil bahwa jenis cacat pada produk genteng antara lain adalah cuil, pecah dan retak. Adapun ditampilkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Produk *Defect* Genteng Royal dalam 6 bulan

Jenis Defect	Bulan (2013)							Prosentase	Kumulatif Prosentase
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Total		
Pecah	152	144	162	177	183	196	1.014	66,23%	66,23%
Retak	67	69	73	75	76	81	441	28,80%	95,04%
Cuil	10	17	8	15	12	14	76	4,96%	100,00%
							1.531	100,00%	

Dengan *defect* sebanyak 1.531 unit dari total produksi sebanyak 16.800 unit (7 batch) selanjutnya dilakukan perhitungan DPMO sebagai berikut:

Banyaknya kegagalan (produk cacat) : 1.531

Jumlah unit yang diperiksa : 103.600

CTQ potensial : 3

$$DPMO = \frac{1.531}{103.600 \times 3} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 4.922,77$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk produk *defect* proses produksi genteng royal sebesar 4.922,77 berada diantara level sigma 2,82

dan 2,81 yang memiliki nilai DPMO diantara 4.802 dan 4.954. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 2,82$$

$$y_1 = 2,81$$

$$x_2 = 4.802$$

$$x_1 = 4.954$$

$$x = 4.922,77$$

$$y = \frac{2,82 - 2,81}{4.802 - 4.954} (4.922,77 - 4.954) + 2,81$$

$$y = \frac{0,3123}{152} + 2,81$$

$$y = 2,812$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 2,812 dengan DPMO sebesar 4.922,77. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan bahwa untuk produksi produk genteng royal perlu melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas, sehingga dapat mengurangi jumlah produk *reject* mendekati *zero defect*.

2. Defect Paving Kotak

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan *brainstorming* dengan pihak manajemen diperoleh hasil bahwa jenis cacat pada produk paving kotak antara lain adalah pecah dan rusak. Adapun ditampilkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Defect Paving Kotak

Jenis Defect	Bulan (2013)							Prosentase	Kumulatif Prosentase
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Total		
Cetakan tidak sempurna	51	58	54	33	25	49	1.116	80,52%	80,52%
Pecah	174	179	162	176	215	210	270	19,48%	100,00%
							1.386	100,00%	

Dengan *defect* sebanyak 1.386 unit dari total produksi sebanyak 108.000 unit (18 batch) maka akan dilakukan perhitungan DPMO sebagai berikut:

Banyak kegagalan (produk cacat) : 1386

Jumlah unit yang diperiksa : 666.000

CTQ potensial : 2

$$DPMO = \frac{1386}{666.000 \times 2} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 1.040,54$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk produk *defect* proses produksi paving kotak sebesar 1.040,54 berada diantara level sigma 3,27 dan 3,28 yang memiliki nilai DPMO diantara 1.075 dan 1.038. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 3,28$$

$$y_1 = 3,27$$

$$x_2 = 1.038$$

$$x_1 = 1.075$$

$$x = 1.040,54$$

$$y = \frac{3,28 - 3,27}{1.038 - 1.075} (1.040,54 - 1.075) + 3,27$$

$$y = \frac{0,344}{37} + 3,27$$

$$y = 3,279$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 3,279 dengan DPMO sebesar 1.040,54. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan bahwa untuk produksi produk paving kotak perlu melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas, sehingga dapat mengurangi jumlah produk *reject* mendekati *zero defect*.

4.4.3 Overproduction

Berdasarkan data yang diperoleh pada tahap identifikasi *waste* terdapat *overproduction* pada masing-masing produk, sebagai berikut:

1. Genteng Royal

Tabel 4.16 *Overproduction* Genteng Royal

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	Inventori Produk
Januari	17.500	9.000	7.800
Februari	16.800	12.000	4.800
Maret	16.800	16.400	400
April	18.200	15.900	900
Total	69.300	53.300	13.900

Banyaknya inventori produk	: 13.900
Jumlah unit yang diperiksa	: 69.300
CTQ potensial	: 1

$$DPMO = \frac{13.900}{69.300 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 200.577,20$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk *overproduction* produk proses produksi genteng royal sebesar 200.577,20 berada diantara level sigma 1,27 dan 1,28 yang memiliki nilai DPMO diantara 204.085 dan 200.545. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 1,28$$

$$y_1 = 1,27$$

$$x_2 = 200.545$$

$$x_1 = 204.085$$

$$x = 200.577$$

$$y = \frac{1,28 - 1,27}{200.545 - 204.085} (200.577 - 204.085) + 1,27$$

$$y = \frac{0,350}{3,540} + 1,27$$

$$y = 1,2701$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 1,2701 dengan DPMO sebesar 200.577. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan bahwa untuk produksi produk genteng royal perlu melakukan perbaikan.

2. Paving Kotak

Tabel 4.17 *Overproduction* Paving Kotak

Bulan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan	Inventori Produk
Januari	112.500	80.000	28.000
Februari	108.000	95.400	12.600
Maret	108.000	89.000	19.000
April	117.000	113.000	4.000
Juni	108.000	105.500	2.500
Total	553.500		66.100

Banyaknya inventori produk : 66.100

Jumlah unit yang diperiksa : 553.500

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{66.100}{553.500 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 119.421,86$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk *produk defect* proses produksi genteng royal sebesar 119.421,86 berada diantara level sigma 1,56 dan 1,55 yang memiliki nilai DPMO diantara 118.760 dan 121.142. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 1,56$$

$$y_1 = 1,55$$

$$x_2 = 118.760$$

$$x_1 = 121.142$$

$$x = 119.421,86$$

$$y = \frac{1,56 - 1,55}{118.760 - 121.142} (119.421,86 - 121.142) + 1,56$$

$$y = \frac{17,20}{2.382} + 1,56$$

$$y = 1,567$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 1,567 dengan DPMO sebesar 119.421,86. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan bahwa untuk produksi produk genteng royal perlu melakukan perbaikan.

4.4.4 Waiting

Pengukuran *waste waiting* dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis *waiting* yang terjadi selama pengamatan dalam memproduksi sejumlah 7 batch untuk genteng royal dan 18 batch untuk paving kotak yaitu menunggu bahan campuran untuk mesin press. Adapun waktu kerja di PT.Malang Indah yaitu 8 jam kerja dengan dipotong 1 jam untuk istirahat. Kemudian menghitung waktu yang hilang akibat pemborosan.

1. Genteng Royal

Banyak waktu *waiting* : 0,216 jam

Jumlah unit yang diperiksa : 7 jam

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{0,216}{7 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 30.857$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk *waiting waste* proses produksi produk genteng royal sebesar 30.857 berada diantara level sigma 2,67 dan 2,66 yang memiliki nilai DPMO diantara 30.773 dan 31.555. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 2,67$$

$$y_1 = 2,66$$

$$x_2 = 30.773$$

$$x_1 = 31.555$$

$$x = 30.857$$

$$y = \frac{2,67 - 2,66}{30.773 - 31.555} (30.857 - 31.555) + 2,66$$

$$y = \frac{0,01}{-782} + 2,66$$

$$y = 2,668$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 2,668 dengan DPMO sebesar 30.857.

2. Paving Kotak

Banyak waktu *waiting* : 0,366 jam

Jumlah unit yang diperiksa : 7 jam

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{0,366}{7 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 52.285$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk *waiting waste* proses produksi produk genteng royal sebesar 52.285 berada diantara level sigma 2,46 dan 2,45 yang memiliki nilai DPMO diantara 51.176 dan 52.380. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 2,46$$

$$y_1 = 2,45$$

$$x_2 = 51.176$$

$$x_1 = 52.380$$

$$x = 52.285$$

$$y = \frac{2,46 - 2,45}{51.176 - 52.380} (52.285 - 52.380) + 2,45$$

$$y = \frac{0,95}{1,204} + 2,45$$

$$y = 2,4507$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 2,4507 dengan DPMO sebesar 52.285.

4.4.5 *Not utilizing employees knowledge, skills and abilities*

Pengukuran pada *waste not utilizing employees knowledge, skills and abilities* dihitung dengan menjumlahkan total pekerja yang bekerja tidak sesuai dengan keahlian yang diperlukan. Maka perhitungan DPMO dan level sigma pada *waste* ini sebagai berikut:

Banyaknya pekerja yang tidak sesuai dengan keahlian : 0

Jumlah unit yang diperiksa : 3

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{0}{13 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

$$Level\ sigma = 6$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 6 dengan DPMO sebesar 0. Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat dikatakan tidak terdapat *waste not utilizing employees knowledge, skills and abilities* pada produksi genteng royal dan paving kotak

4.4.6 *Transportation*

Pemborosan jenis transportasi dalam proses produksi genteng royal merupakan aktivitas perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain. Adapun jarak perpindahan yang terdapat pada rantai produksi genteng dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut:

Tabel 4.18 Jarak Antar Perpindahan

Dari	Ke	Jarak (meter)
Warehouse Pasir	Mesin Pengadukan	17,39
Warehouse Semen	Mesin Pengadukan	11,07
Warehouse Flyash	Mesin Pengadukan	9,31
Mesin Pengadukan	Mesin Press	11,20

Berdasarkan hasil identifikasi *critical to quality* (CTQ) maka pengukuran waste *transportation* sebagai berikut:

1. Jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku ke mesin pencampuran dengan memakan waktu produksi.

$$\begin{aligned} \text{waktu material handling} &= 777,77 \text{ detik/hari} = 0,21 \text{ jam/hari} \\ &= 0,21 \text{ jam/hari} \times 24 \text{ hari/bulan} \\ &= 5,04 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

2. Jarak yang jauh dalam memindahkan material campuran ke mesin pencetakan dengan memakan waktu produksi.

$$\begin{aligned} \text{waktu material handling} &= 962,78 \text{ detik/hari} = 0,26 \text{ jam/hari} \\ &= 0,26 \text{ jam/hari} \times 24 \text{ hari/bulan} \\ &= 6,24 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu yang hilang} &= 5,04 \text{ jam/bulan} + 6,24 \text{ jam/bulan} = 11,28 \text{ jam/bulan} \\ 6 \text{ jam produksi/hari} \times 24 \text{ hari/bulan} &= 144 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan DPMO sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya waktu yang hilang} &: 11,28 \text{ jam} \\ \text{Jumlah unit yang diperiksa} &: 144 \text{ jam} \\ \text{CTQ potensial} &: 2 \end{aligned}$$

$$DPMO = \frac{11,28}{144 \times 2} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 56.400$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO untuk *transportation waste* genteng royal sebesar 56.400 berada diantara level sigma 1,91 dan 1,90 yang memiliki nilai DPMO diantara 56.133 dan 57.433. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 1,91$$

$$y_1 = 1,90$$

$$x_2 = 56.133$$

$$x_1 = 57.433$$

$$x = 56.400$$

$$y = \frac{1,91 - 1,90}{56.133 - 57.433} (56.400 - 57.433) + 1,90$$

$$y = \frac{10,33}{1300} + 1,90$$

$$y = 1,9079$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 1,9079 dengan DPMO sebesar 56.400.

4.4.7 Inventories

Pengukuran pada *waste* inventori didapat dari jumlah produk yang melebihi batas maksimal persediaan di perusahaan PT. Malang Indah. Di bawah ini merupakan perhitungan DPMO dan level sigma pada produk genteng royal dan paving kotak.

Banyaknya produk yang melebihi batas maksimal persediaan	: 0
Jumlah unit yang diperiksa	: 103.600
CTQ potensial	: 1

$$DPMO = \frac{0}{103.600 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

$$Level\ sigma = 6$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa pada produk genteng royal memiliki level sigma berada pada tingkat 6 dengan DPMO sebesar 0.

Banyaknya produk yang melebihi batas maksimal persediaan	: 0
Jumlah unit yang diperiksa	: 666.000
CTQ potensial	: 1

$$DPMO = \frac{0}{666.000 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

$$Level\ sigma = 6$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa pada produk paving kotak memiliki level sigma berada pada tingkat 6 dengan DPMO sebesar 0.

4.4.8 Motion

Pengukuran pada *waste motion* dihitung dengan menjumlahkan total aktivitas bekerja yang berlebih dan tidak sesuai dengan prosedur kerja. Maka perhitungan DPMO dan level sigma pada proses produksi genteng royal ini sebagai berikut:

Banyaknya aktivitas bekerja yang tidak sesuai dengan prosedur kerja : 0

Jumlah unit yang diperiksa : 36

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{0}{36 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

$$\text{Level sigma} = 6$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 6 dengan DPMO sebesar 0.

Motion Paving Kotak

Banyaknya aktivitas bekerja yang tidak sesuai dengan prosedur kerja : 0

Jumlah unit yang diperiksa : 26

CTQ potensial : 1

$$DPMO = \frac{0}{26 \times 1} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

$$\text{Level sigma} = 6$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 6 dengan DPMO sebesar 0.

4.4.9 Excess Processing

Pengukuran *waste* dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis *Excess Processing* yang terjadi selama pengamatan dalam memproduksi genteng royal dan paving kotak selama bulan Januari – Juni 2013. Dari identifikasi *critical to quality* (CTQ) didapatkan dua jenis pemborosan *excess processing* yaitu proses pengerjaan ulang (*rework*) dikarenakan produk tidak sesuai spesifikasi (*defect*) dan menambah jumlah pemesanan bahan baku (*raw material*). Kemudian menghitung waktu yang hilang akibat pemborosan tersebut.

Pembelian ulang raw material berupa bahan baku pasir terjadi dua kali pada bulan Maret dan Mei 2013 dengan *leadtime order* dua hari sebelumnya pengiriman. Maka

total waktu yang hilang dikarenakan menunggu kedatangan material yaitu sebanyak 4 hari. Adapun *rework* produk *defect* genteng royal selama bulan Januari – Juni 2013 sebanyak 1531 unit dimana membutuhkan waktu pengerjaan ulang selama 3 hari. Dan untuk *rework* produk *defect* paving kotak sebanyak 1.386 unit dimana membutuhkan waktu selama 0,308 hari pengerjaan. Maka perhitungan DPMO sebagai berikut:

1. Genteng Royal

Banyak waktu <i>rework</i>	: 7 hari
Jumlah unit yang diperiksa	: 144 hari
CTQ potensial	: 2

$$DPMO = \frac{7}{144 \times 2} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 24.305$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO *excess processing waste* produk genteng royal sebesar 24.305 berada diantara level sigma 2,26 dan 2,25 yang memiliki nilai DPMO diantara 23.821 dan 24.449. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 2,26$$

$$y_1 = 2,25$$

$$x_2 = 23.821$$

$$x_1 = 24.449$$

$$x = 24.305$$

$$y = \frac{2,26 - 2,25}{23.821 - 24.449} (24.305 - 24.449) + 2,25$$

$$y = \frac{1,44}{628} + 2,25$$

$$y = 2,2522$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 2,2522 dengan DPMO sebesar 24.305.

2. Paving Kotak

Banyak waktu <i>rework</i>	: 0,308 hari
Jumlah unit yang diperiksa	: 144 hari
CTQ potensial	: 2

$$DPMO = \frac{0,308}{144 \times 2} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 15.288$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai DPMO *excess processing waste* produk paving kotak sebesar 15.288 berada diantara level sigma 2,43 dan 2,42 yang memiliki nilai DPMO diantara 15.099 dan 15.521. Dari hasil tersebut perlu dilakukan perhitungan interpolasi linier untuk mendapatkan level sigma, sebagai berikut:

Dimana:

$$y_2 = 2,43$$

$$y_1 = 2,42$$

$$x_2 = 15.099$$

$$x_1 = 15.521$$

$$x = 15.288$$

$$y = \frac{2,43 - 2,42}{15.099 - 15.521} (15.288 - 15.521) + 2,42$$

$$y = \frac{2,33}{422} + 2,42$$

$$y = 2,4255$$

Dari perhitungan didapatkan bahwa level sigma berada pada tingkat 2,4255 dengan DPMO sebesar 15.288.

Setelah melakukan perhitungan DPMO dan level sigma pada tiap-tiap *waste*, maka dibuatkan hasil rekapitulasi data sebagai berikut:

Tabel 4.19 Rekapitulasi Nilai DPMO dan Level Sigma

No.	Waste	Produk	Jumlah CTQ	DPMO	Level Sigma
1	EHS	Genteng Royal dan Paving Kotak	3	250.000	1,6603
2	Defect	Genteng Royal	3	30.376	2,675
		Paving Kotak	2	6.414	2,7257
3	Overproduction	Genteng Royal	1	827.380	0,2180
		Paving Kotak	1	575.000	0,5607
4	Not utilizing employees knowledge, skills and abilities	Genteng Royal dan Paving Kotak	1	0	6
5	Inventories	Genteng Royal	1	0	6
		Paving Kotak	1	0	6
6	Motion	Genteng Royal	1	0	6
		Paving Kotak	1	0	6
7	Waiting	Genteng Royal	1	30.857	2,668

No.	Waste	Produk	Jumlah CTQ	DPMO	Level Sigma
		Paving Kotak	1	52.285	2,4507
8	Transportation	Genteng Royal	2	56.400	1,9079
9	Excess Processing	Genteng Royal	2	24.305	2,2522
		Paving Kotak	2	15.288	2,4255

Berdasarkan identifikasi dan perhitungan yang telah dilakukan maka *waste* yang terjadi dalam proses produksi genteng royal dan paving kotak adalah *environmental, health and safety (EHS), defect, overproduction, waiting, transportation, dan excess processing*. *Waste* inilah yang akan diukur pada tahap selanjutnya.

4.5 Tahap Analyze

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses. Tujuan dari tahap ini adalah mencari akar permasalahan yang menjadi penyebab dari pemborosan. Untuk mengatasi penyebab pemborosan perlunya pengendalian proses selama proses produksi berlangsung agar dapat terdeteksi sedini mungkin, sehingga menghindari pengerjaan yang sia-sia akibat kesalahan manusia (*human error*). Upaya pemecahan masalah ini diusulkan dengan penerapan metode poka yoke. Dimana poka yoke merupakan alat yang dapat dipakai untuk menuju *zero defect*. Berikut ini dilakukan analisa mengenai penyebab yang terdapat pada tiap *waste*, juga ditentukan rancangan usulan alat bantu menurut metode poka yoke.

Analisis faktor penyebab pemborosan/masalah berdasarkan CTQ dengan menggunakan 3 jenis metode poka yoke yang biasa diterapkan di manufaktur.

Ada beberapa model dari poka yoke yang biasa diterapkan di manufaktur:

1. Menentukan apakah ada kontak antara alat dan produk.
2. Memastikan sejumlah gerakan telah dilakukan. Dimana terdapat masalah jika sejumlah gerakan tertentu tidak diproses.
3. Memastikan sejumlah langkah proses tertentu telah dilakukan. Dimana sistem akan menentukan langkah apa saja yang harus diikuti. Jika urutan langkah tidak sesuai maka akan terlihat terjadinya kesalahan.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara, analisa terhadap penyebab kegagalan akibat *human error* terjadinya *waste* terjabarkan sebagai berikut:

1. *Environmental, Health, and Safety (EHS)*

Dari hasil pengamatan dan wawancara diketahui bahwa munculnya *waste EHS* dari disebabkan kesalahan manusia (*human error*) dengan penjelasan pada setiap produk sebagai berikut:

1) Genteng Royal

Pekerja pada proses produksi genteng royal pernah mengeluhkan bahwa kaki terluka akibat menginjak material-material tumpahan dan kejatuhan beberapa material ataupun produk, ini disebabkan karena pekerja tidak menggunakan alas kaki yang baik untuk melindungi kakinya seperti sepatu boot dan didukung pula dengan tidak adanya ketersediaan sepatu boot tersebut di perusahaan. Lain halnya dengan sarung tangan kain dan plastik, walaupun telah disediakan oleh perusahaan masih saja ditemukan bahwa kurangnya kesadaran pekerja dalam penggunaan alat pelindung diri tersebut sehingga mengakibatkan tangan terluka dan menjadi iritasi.

2) Paving Kotak

Pada proses produksi paving kotak, didapatkan pula pekerja yang mengeluhkan kaki dan tangan yang terluka seperti yang dijelaskan pada produksi genteng royal tetapi terdapat perbedaan pada penggunaan sarung tangan plastik, karena pada produksi paving kotak tidak memerlukan penggunaan alat bantu tersebut.

2. Defect

Dari hasil pengamatan diketahui faktor-faktor munculnya produk *defect* dari masing-masing produk diantaranya:

1) Genteng Royal

Berdasarkan pada tahap identifikasi diperoleh hasil bahwa jenis cacat pada produk genteng antara lain adalah cuil, pecah dan retak. Dimana untuk produk *defect*cuil disebabkan karena pekerja tidak hati-hati dalam mengangkut produk, *produk defect*pecah disebabkan karena pekerja menginjak tumpukan produk untuk menatanya pada saat akan direndam pada bak perendaman. Dan produk *defect*retak disebabkan karena ketidakhati-hatian pekerja dalam menarik cetakan.

2) Paving Kotak

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan *brainstorming* dengan pihak produksi diperoleh hasil bahwa jenis cacat pada produk paving kotak antara lain adalah pecah dan rusak. *Defect* cetakan tidak sempurna disebabkan karena operator tidak memenuhi cetakan dari bahan campuran sampai penuh merata. Sedangkan produk *defect*pecah disebabkan karena ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkutnya. Saat melakukan penumpukan dan pengangkutan sering kali pekerja terkesan membanting dan melempar paving-paving tersebut sehingga membuat paving tersebut pecah.

3. *Overproduction*

Pemborosan jenis *overproduction* yang terjadi pada produk genteng royal dan paving kotak disebabkan pihak perusahaan telah menetapkan jumlah produksi perharinya ini dilakukan karena sifat produksi produk tersebut merupakan *make to stock*.

4. *Waiting*

Dari hasil tahap identifikasi pada proses produksi genteng royal ditemukan penyebab terjadinya *waste* menunggu bahan campuran untuk mesin press (pencetakan) karena pekerja menumpuk semua campuran pada satu gerobak angkut. Adapun pada produksi paving kotak seringkali operator pencampuran bahan campuran yang dialirkan sampai selesai kemudian melakukan pengambilan bahan-bahan baku yang akan dicampurkan.

5. *Transportation*

Pemborosan jenis transportasi dalam proses produksi genteng royal dan paving kotak aktivitas perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain. Terdapat 2 jenis *critical to quality* pada proses produksi genteng diantaranya jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku, dan jarak yang jauh dalam memindahkan material campuran ke mesin pencetakan sehingga memakan waktu produksi.

6. *Excess Processing*

Excess Processing merupakan salah satu jenis pemborosan berupa proses produksi yang berlebihan yang terjadi akibat adanya pengerjaan ulang (*rework*) dikarenakan tidak sesuai spesifikasi atau produk *defect*. Kemudian perusahaan pernah beberapa kali melakukan pembelian ulang material disebabkan kekurangan stok bahan baku. Maka teridentifikasi sebanyak dua *critical to quality* (CTQ) pada *waste excess processing*.

Setelah dilakukan analisa dapat teridentifikasi faktor penyebab pemborosan dengan jenis poka yoke yang terjadi dari aspek *environmental, health, and safety (EHS), defect, overproduction, waiting, transportation, excess processing* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Faktor Penyebab Pemborosan Berdasarkan Jenis Kesalahan dalam Poka Yoke

No.	Jenis Pemborosan (Waste)	Produk	Critical to Quality	Faktor Penyebab	Kontak Alat dan Produk	Terdapat Gerakan yang Tidak Dilakukan	Terdapat Langkah Proses yang Tidak Dilakukan	
1	<i>Environmental, Health, and Safety (EHS)</i>	Genteng Royal	Kaki terluka	Tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan			√	
			Tangan terluka	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan kain tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan	√		√	
			Tangan menjadi iritasi	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan plastik tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan	√			
		Paving Kotak	Kaki terluka	Tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan	√			
			Tangan terluka	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan kain tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan				√
		2	<i>Defect</i>	Genteng Royal	Cuil	Pekerja tidak hati-hati dalam mengangkut produk	√	√
Pecah	Pekerja menginjak tumpukan produk untuk menatanya di bak perendaman				√	√		
Retak	Ketidakhati-hatian pekerja dalam menarik cetakan				√			
Paving Kotak	Cetakan tidak sempurna			Operator tidak mengisi cetakan sampai penuh merata	√		√	

No.	Jenis Pemborosan (Waste)	Produk	Critical to Quality	Faktor Penyebab	Kontak Alat dan Produk	Terdapat Gerakan yang Tidak Dilakukan	Terdapat Langkah Proses yang Tidak Dilakukan
			Pecah	Ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkut produk	√	√	
3	<i>Overproduction</i>	Genteng Royal	Jumlah produksi melebihi jumlah order penjualan	Perusahaan telah menetapkan jumlah produksi perharinya			√
		Paving Kotak	Jumlah produksi melebihi jumlah order penjualan	Perusahaan telah menetapkan jumlah produksi perharinya			√
4	<i>Waiting</i>	Genteng Royal	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	Pekerja menumpuk semua campuran pada satu gerobak angkut	√	√	√
		Paving Kotak	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	Operator menunggu bahan campuran sampai habis dialirkan	√	√	√
5	<i>Transportation</i>	Genteng Royal	Jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku ke mesin pencampuran	Belum adanya tata letak yang baik	√	√	√
			Jarak yang jauh dalam memindahkan material campuran ke mesin pencetakan	Belum adanya tata letak yang baik	√	√	√
			Belum ada cara pengangkutan material campuran yang tepat	√	√	√	
6	<i>Excess Processing</i>	Genteng Royal	Rework produk defect	Adanya produk <i>defect</i> genteng royal	√		
			Pembelian ulang bahan baku	Bagian produksi tidak mengetahui kecukupan stok bahan baku tersebut			√
		Paving Kotak	Rework produk defect	Adanya produk <i>defect</i> paving kotak	√		

No.	Jenis Pemborosan (Waste)	Produk	Critical to Quality	Faktor Penyebab	Kontak Alat dan Produk	Terdapat Gerakan yang Tidak Dilakukan	Terdapat Langkah Proses yang Tidak Dilakukan
			Pembelian ulang bahan baku	Bagian produksi tidak mengetahui kecukupan stok bahan baku tersebut			√

Berdasarkan keterangan Tabel 4.20 diketahui bahwa dari masing-masing CTQ teridentifikasi jenis-jenis poka yoke dimana dalam satu CTQ bisa terdapat satu jenis poka yoke atau lebih. Adapun penjabarannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Environmental, Health, and Safety (EHS)*

Pada CTQ dengan karakteristik kaki terluka disebabkan karena tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan ini berarti ada langkah proses tertentu seperti menyediakan kebutuhan alat pelindung diri tidak terpenuhi sehingga mengakibatkan terjadinya kesalahan yaitu kaki pekerja menjadi terluka. Begitu pula dengan CTQ tangan terluka dan tangan menjadi iritasi terdapat adanya kontak antara alat dan produk.

2. *Defect*

1) Produk Genteng Royal

Untuk CTQ cuil pada produk genteng royal memiliki dua jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan proses telah dilakukan. Kontak antara alat dan produk ditunjukkan dengan adanya pengangkutan dengan gerobak dimana terjadi benturan saat membawanya. Gerakan yang hati-hati sangat perlu agar tidak terjadi benturan.

Pada CTQ pecah pada produk genteng royal memiliki dua jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan telah dilakukan. Kontak antara pekerja sebagai sarana untuk menanta produk di bak perendaman dengan menginjak tumpukan bagian bawah.

Kemudian untuk CTQ dengan karakteristik retak pada produk genteng royal memiliki dua jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk. Kontak antara alat dan produk tersebut terjadi karena pencetakan sebagai wadah dari

produk yang dilepaskan oleh pekerja. Gerak pekerja seharusnya tidak terlalu kuat agar produk tidak mengalami keretakan.

2) Produk Paving Kotak

Pada produk paving kotak dengan CTQ cetakan tidak sempurna dan pecah memiliki dua jenis poka yoke yaitu kontak antara alat dan produk sekaligus sejumlah langkah proses tertentu telah dilakukan. Kontak alat dan produk terjadi pada alat pencetakan sebagai wadah bahan campuran produk. Proses yang dilakukan ialah harus terpenuhinya alat pencetakan dengan bahan campuran produk tersebut.

3. *Overproduction*

Jenis poka yoke pada waste overproduction yang terjadi ialah adanya langkah proses yang tidak dilakukan seperti melakukan penyesuaian penjualan dengan jumlah produksi per bulannya dan ini terjadi pada produk genteng royal dan paving kotak.

4. *Waiting*

Pada produk genteng royal yang dengan CTQ menunggu bahan campuran untuk mesin press memiliki tiga jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan dan langkah proses tidak dilakukan. Pada produk paving kotak yang dengan CTQ menunggu bahan campuran untuk mesin press memiliki tiga jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan dan langkah proses tidak dilakukan.

5. *Transportation*

Pada produk genteng royal yang dengan CTQ jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku ke mesin pencampuran memiliki tiga jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan dan langkah proses telah dilakukan. *Waste* jenis ini berhubungan antara alat transportasi yang digunakan seperti gerobak angkut dengan material-material bahan baku tersebut. Dimana terdapat gerakan dan proses dalam pengisian bahan baku ke gerobak angkut dan material handlingnya.

Pada produk genteng royal yang dengan CTQ jarak yang jauh dalam memindahkan material campuran ke mesin pencetakan memiliki tiga jenis poka

yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk kemudian sejumlah gerakan dan langkah proses telah dilakukan. Sama halnya dengan jenis CTQ diatas, CTQ jenis ini berhubungan antara alat transportasi yang digunakan seperti gerobak angkut dengan material campuran tersebut. Dimana terdapat gerakan dan proses dalam pengisian bahan baku ke gerobak angkut dan material handlingnya.

6. *Excess Processing*

Pada produk genteng royal dan paving kotak yang dengan CTQ rework produk defect memiliki satu jenis poka yoke yaitu terjadi kontak antara alat dan produk. Adapun dengan CTQ menambah jumlah pemesanan bahan baku pada produk genteng royal dan paving kotak yang memiliki satu jenis poka yoke yaitu sejumlah langkah proses tidak dilakukan yaitu untuk mengetahui dan mengukur kecukupan stok bahan baku.

4.5.1 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan potensial yang mungkin terjadi dan menghilangkan atau meminimumkan permasalahan itu melalui deteksi atau pencegahan. Setelah diketahui analisis mengenai akar penyebab terjadinya *waste* kemudian dibuat tabel FMEA untuk mengetahui prioritas perbaikan yang dapat dilakukan dengan melihat RPN. Besarnya nilai RPN mengindikasikan permasalahan pada *potential failure mode* tersebut, semakin besar nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah dan memerlukan perhatian yang lebih. Pengisian *spreadsheet* FMEA dilakukan dengan menggunakan *brainstorming* dengan pihak perusahaan. *Brainstorming* dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan oleh tiap-tiap penyebab, menentukan *severity*, *occurance*, dan *detection* besarnya antara 1-10, pemberian nilai berdasarkan pertimbangan dan acuan yang ada dalam tinjauan pustaka. Penjelasan mengenai masing-masing *severity*, *occurance*, *detection* adalah sebagai berikut:

1. *Severity*

Severity adalah nilai ranking 1- 10 yang menunjukkan tingkat keseriusan atau efek dari *waste* yang terjadi. Makin parah efek yang ditimbulkan, makin tinggi nilai yang diberikan. Masing-masing kriteria *severity* ditunjukkan pada Tabel 2.9 dan Tabel 2.10.

2. *Occurance*

Occurance adalah nilai range 1 - 10 yang menunjukkan frekuensi dari waste yang terjadi. Semakin besar nilai yang diberikan maka semakin sering waste tersebut terjadi. Masing-masing kriteria *occurance* ditunjukkan pada Tabel 2.11.

3. *Detection*

Detection adalah nilai ranking 1- 10 yang menunjukkan kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi untuk atau mendeteksi terjadinya *waste* dengan kata lain kemungkinan masalah tersebut terdeteksi. Semakin besar nilai yang diberikan maka menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kegagalan dengan cepat. Masing-masing kriteria *detection* ditunjukkan pada Tabel 2.12

Hasil analisis dan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) ditampilkan dalam Tabel 4.21 dan Tabel 4.22.



Tabel 4.21 FMEA Proses Produksi Genteng Royal

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	Sev	Potential Causes	Occ	Current Control	Det	RPN	Action Recommended
Seluruh Kegiatan Proses Produksi	Kaki terluka	Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan	8	Tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan	7	Tidak Ada	1	56	Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut
	Tangan terluka	Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan	8	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan kain tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan	7	Tidak Ada	1	56	Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut
	Tangan menjadi iritasi	Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan	8	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan plastik tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan	7	Tidak Ada	1	4	Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut
Seluruh Kegiatan Proses Produksi	Cuil	<i>Defect Produk</i>	5	Pekerja tidak hati-hati dalam mengangkut dan menumpuk produk	7	Tidak Ada	2	70	Memberikan himbauan karyawan untuk hati-hati dalam membawa dan menumpuk genteng
	Pecah	<i>Defect Produk</i>	8	Pekerja menginjak tumpukan produk untuk menatanya di bak perendaman	8	Tidak Ada	3	192	Membuat penahan dari kayu agar pekerja bisa berdiri untuk meletakkan produk di dalam bak
	Retak	<i>Defect Produk</i>	7	Ketidakhati-hatian pekerja dalam menarik cetakan	6	Tidak Ada	2	84	Memberikan himbauan karyawan untuk hati-hati ketika menarik cetakan
Kebijakan Perusahaan	Jumlah produksi melebihi jumlah	Terdapat inventori produk	2	Perusahaan telah menetapkan jumlah	3	Tidak Ada	2	12	Menyesuaikan jumlah pembelian konsumen dengan jumlah produksi

Tabel 4.21 FMEA Proses Produksi Genteng Royal

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	Sev	Potential Causes	Occ	Current Control	Det	RPN	Action Recommended
	order (penjualan)			produksi perharinya					
Proses Pencetakan	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	Waktu proses produksi bertambah	7	Pekerja menumpuk semua campuran pada satu gerobak angkut	4	Tidak Ada	2	56	Membuat beberapa bak ukuran sedang untuk menampung bahan tersebut sehingga tidak terjadi waktu menunggu
Material Handling	Jarak yang jauh dalam memindahkan material bahan baku ke mesin pencampuran	Waktu proses produksi bertambah	3	Belum adanya tata letak yang baik	3	Tidak Ada	6	54	Perbaiki tata letak fasilitas
	Jarak yang jauh dalam memindahkan material campuran ke mesin pencetakan	Waktu proses produksi bertambah	2	Belum adanya tata letak yang baik	3	Tidak Ada	6	36	Perbaiki tata letak fasilitas
				Belum ada cara pengangkutan material campuran yang tepat	7	Tidak Ada	1	14	Membuat beberapa bak ukuran sedang untuk menampung bahan tersebut
Proses Pencetakan dan Pengaturan Bahan Baku	Rework produk defect	Menambah aktivitas pekerja	2	Adanya produk <i>defect</i> genteng royal	8	Tidak Ada	2	32	Peningkatan kontrol produksi
	Menambah jumlah pemesanan bahan baku	Menambah aktivitas pekerja	5	Bagian produksi tidak mengetahui kecukupan stok bahan baku tersebut	2	Tidak Ada	5	50	Pemberian batas indikator berupa ukuran bahan tersebut kapan harus segera dipesan

Dari tabel FMEA produk genteng royal diketahui bahwa penyebab yang memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu sebesar 192 adalah pada waste *defect* yang merupakan penyebab pecahnya produk genteng royal dengan faktor pekerja menginjak tumpukan produk untuk menatanya di bak perendaman. Dengan nilai *occurance* sebesar 8 hal tersebut berarti berulang-ulang terjadi, nilai *severity* sebesar 8, hal ini berarti penyebab tersebut sangat berpengaruh menimbulkan efek dan tinggi untuk terdeteksi karena nilai *detection* sebesar 3.

Nilai RPN tertinggi ke dua sebesar 84 dengan faktor penyebab terjadinya produk retak karena ketidakhati-hatian pekerja dalam menarik cetakan mengakibatkan retaknya produk genteng tersebut. Dari kesalahan tersebut nilai *severity* yang diberikan sebesar 7 dengan arti efek yang ditimbulkan dapat mengganggu kelancaran lini produksi. Adapun nilai *occurance* yang diberikan sebesar 6 karena kegagalan ini hanya sesekali terjadi dan nilai *detection* sebesar 2 dengan arti kegagalan dapat dengan mudah terdeteksi.

Nilai RPN selanjutnya dengan nilai 70 terjadi pada cuilnya produk genteng dikarenakan pekerja tidak hati-hati dalam mengangkat produk dan saat menumpuk hal ini diberikan nilai *severity* 5 berarti mempunyai efek yang rendah pada kelancaran produksi. Meskipun demikian masalah tersebut terjadi secara berulang-ulang oleh karena itu diberikan nilai *occurance* sebesar 7 dan *detection* sebesar 2 karena hal ini sangat tinggi untuk terdeteksi.

Dengan hasil ketiga nilai RPN tertinggi pada analisis FMEA ini diusulkan untuk diprioritaskan dalam penanganannya dalam melakukan perbaikan agar dapat mengurangi resiko pecahnya produk.

Tabel 4.22 FMEA Proses Produksi Paving Kotak

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects (CTQ)	Sev	Potential Causes	Occ	Current Control	Det	RPN	Action Recommended
Seluruh Kegiatan Proses Produksi	Kaki terluka	Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan	8	Tidak adanya ketersediaan sepatu boot di perusahaan	7	Tidak Ada	2	56	Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut
	Tangan terluka	Pekerja tidak dapat melanjutkan pekerjaan	8	Pihak perusahaan telah menyediakan sarung tangan kain tetapi kurang kesadaran pekerja untuk menggunakan	7	Tidak Ada	2	56	Diusulkan hendaknya pihak perusahaan menyediakan alat pelindung diri dan membuat gantungan tempat alat-alat tersebut
Seluruh Kegiatan Proses Produksi	Cetakan tidak sempurna	Defect Produk	8	Operator tidak mengisi cetakan sampai penuh merata	5	Tidak Ada	5	200	Membuat penanda cetakan berupa kayu berbentuk (T) untuk meratakan cetakan
	Pecah	Defect Produk	8	Ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkut produk	8	Tidak Ada	5	320	Memberikan himbauan pekerja untuk secara hati-hati menumpuk produk dan mengangkutnya (prosedur penumpukan dan pengangkutan produk)
Kebijakan Perusahaan	Jumlah produksi melebihi jumlah order (penjualan)	Terdapat inventori produk	2	Perusahaan telah menetapkan jumlah produksi perharinya	3	Tidak Ada	2	12	Menyesuaikan jumlah pembelian konsumen dengan jumlah produksi

Tabel 4.22 FMEA Proses Produksi Paving Kotak

Process Function Requirement	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects (CTQ)	Sev	Potential Causes	Occ	Current Control	Det	RPN	Action Recommended
Proses Pencetakan	Menunggu bahan campuran untuk mesin press	Waktu proses produksi bertambah	5	Operator menunggu bahan campuran sampai habis dialirkan ke mesin press menggunakan konveyor	5	Tidak Ada	7	175	Operator melakukan persiapan bahan-bahan yang akan dicampurkan ketika mesin pengaduk mengaduk bahan campuran dan mengalirkan bahan dalam bentuk prosedur proses pencampuran
Proses Pencetakan dan Pengaturan Bahan Baku	Rework produk defect	Menambah aktivitas pekerja	3	Adanya produk <i>defect</i> paving kotak	7	Tidak Ada	2	42	Peningkatan kontrol produksi
	Menambah jumlah pemesanan bahan baku	Menambah aktivitas pekerja	3	Bagian produksi tidak mengetahui kecukupan stok bahan baku tersebut	3	Tidak Ada	7	63	Pemberian batas berupa garis sebagai ukuran bahan tersebut harus segera dipesan

Berdasarkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada Tabel 4.24 *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) produk paving kotak diketahui bahwa terdapat tiga urutan nilai RPN tertinggi yaitu 320, 200, dan 175. Tiga urutan nilai RPN tertinggi tersebut diprioritaskan untuk segera dilakukan perbaikan guna mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi paving kotak.

Nilai RPN paling tinggi sebesar 320 yaitu pecahnya produk paving kotak dengan faktor ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkut produk. Pada produk paving kotak, nilai *severity* sebesar 8 hal ini berarti penyebab tersebut sangat berpengaruh menimbulkan efek, dengan nilai *occurance* sebesar 8 hal tersebut berarti kegagalan berulang-ulang terjadi dan cukup mudah untuk terdeteksi karena nilai *detection* sebesar 5.

Hasil RPN tertinggi ke dua yaitu sebesar 200 terjadi pada proses pencetakan dikarenakan operator tidak mengisi cetakan sampai penuh merata mengakibatkan hasil cetakan yang tidak sempurna sehingga mendapatkan nilai *severity* sebesar 8 dengan arti bahwa hal ini menimbulkan efek yang besar dalam kelancaran produksi. Adapun nilai *occurance* yang didapatkan sebesar 5 hal tersebut berarti kegagalan sesekali terjadi dan sangat tinggi untuk terdeteksi karena nilai *detection* sebesar 2.

Hasil RPN tertinggi berikutnya dengan nilai 175 terdapat pada operator yang menunggu bahan campuran sampai habis dialirkan yang mengakibatkan terjadinya waktu menunggu pada proses pencetakan sehingga nilai *severity* yang didapatkan sebesar 5 dengan arti bahwa hal ini menimbulkan efek yang redah dalam kelancaran produksi. Adapun nilai *occurance* yang didapatkan sebesar 5 hal tersebut berarti kegagalan sesekali terjadi dan tinggi untuk terdeteksi karena nilai *detection* sebesar 3.

4.6 Tahap *Improve*

Tahap *improve* bertujuan untuk menemukan solusi perbaikan untuk mengatasi masalah. Tahapan yang pertama dari *improve* adalah mencari solusi yang potensial untuk mengurangi pemborosan. Tahap *improve* dilakukan untuk menentukan tindakan perbaikan dalam rangka mengurangi *waste*. Dalam tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan analisa penyebab masalah dari *waste* yang terjadi.

Dari hasil perhitungan *risk priority number* (RPN) pada tabel FMEA, jenis *waste* yang memiliki tiga nilai tertinggi diprioritaskan untuk diberikan usulan perbaikan dengan menggunakan prinsip *poka yoke* sebagai pencegahan terjadinya kesalahan atau kegagalan akibat *human error* berdasarkan analisa pada tahap analisis. Berikut adalah

usulan perbaikan pada produk genteng royal dan paving kotak dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.6.1 Genteng Royal

4.6.1.1. Usulan Perbaikan Pertama

Pada tabel FMEA produk genteng royal yang memiliki nilai RPN tertinggi ialah pada jenis waste *defect* dengan *critical to quality* pecah, dimana hal ini dikarenakan pekerja menginjak tumpukan produk untuk menatanya di bak perendaman dan dapat dilihat pada Gambar 4.12.

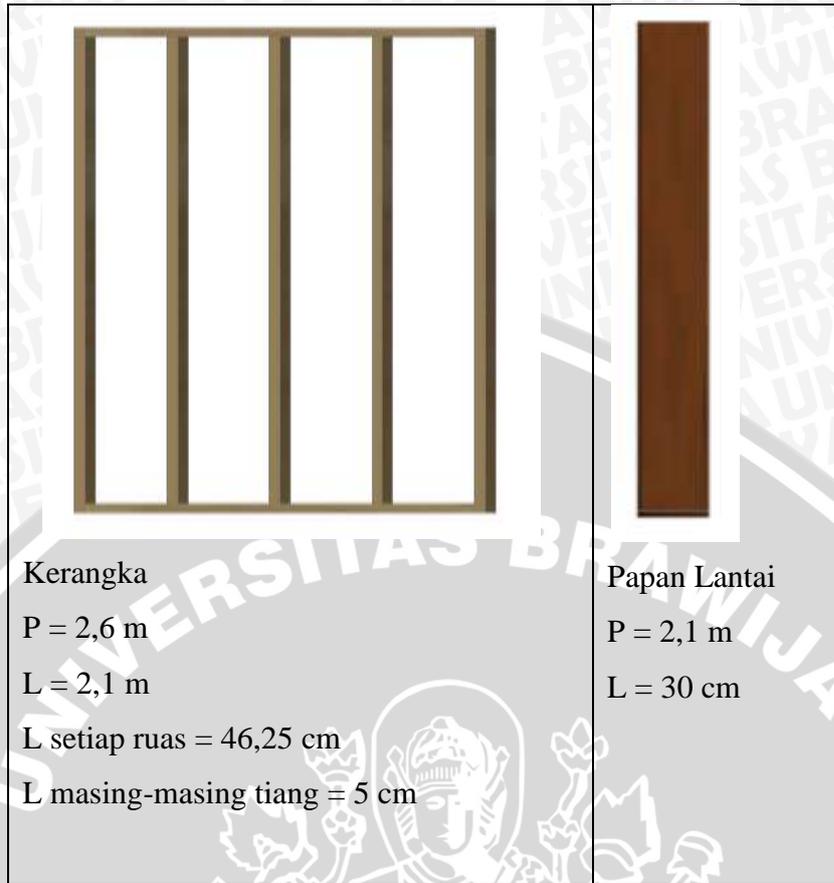


Gambar 4.12 Bak Perendaman

Setelah dilakukan analisa, jenis poka yoke pada CTQ pecah merupakan adanya kontak alat dan produk. Maka diberikan usulan perbaikan berupa pembuatan penahan dari kayu agar pekerja bisa berdiri ketika meletakkan produk di dalam bak perendaman tersebut. Pada Gambar 4.13 merupakan gambar penahan dari kayu sebagai usulan perbaikan tersebut.

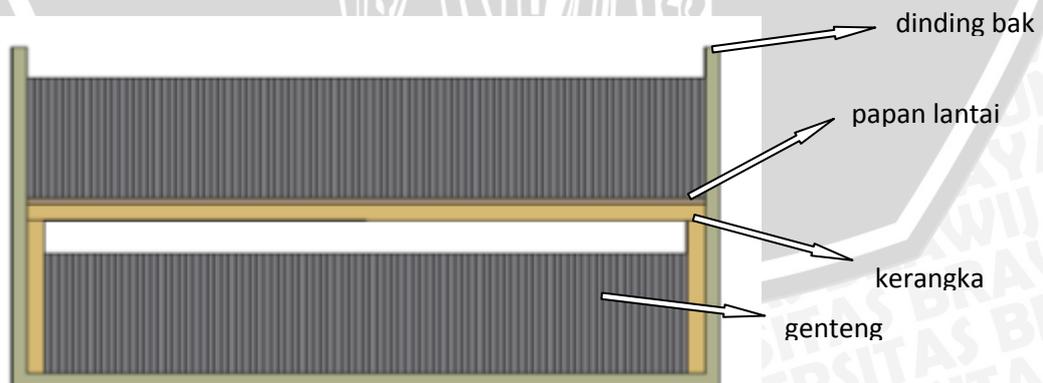


Gambar 4.13 Penahan Kayu Pada Bak Perendaman



Gambar 4.14 Penahan Kayu Pada Bak Perendaman

Penggunaan penahan kayu tersebut dapat dibongkar pasang sesuai dengan jumlah produk yang terisi. Ketinggian kerangka yaitu lebih tinggi dari dua lapis deretan genteng paling bawah. Dengan usulan perbaikan ini diharapkan dapat meminimasi atau mengurangi resiko terjadinya produk yang pecah akibat diinjak oleh pekerja. Gambar 4.15 merupakan ilustrasi penahan kayu pada bak perendaman.



Gambar 4.15 Ilustrasi Penahan Kayu Pada Bak Perendaman

4.6.1.2. Usulan Perbaikan Kedua

Dari hasil perhitungan nilai RPN didapatkan bahwa produk *defect* retak merupakan nilai tertinggi kedua yang diberikan usulan perbaikan. *Defect* ini disebabkan karena ketidakhati-hatian pekerja saat menarik cetakan. Dan hasil analisis poka yoke disebutkan bahwa terdapat kontak antara alat dan produk. Usulan perbaikan yang diberikan ialah memberikan himbauan kepada karyawan untuk hati-hati ketika menarik cetakan dalam bentuk poster tulisan dengan latar belakang berwarna orange agar dapat terlihat jelas dan menimbulkan psikologi rasa semangat. Ukuran huruf dibuat dengan ergonomis dimana huruf yang ukurannya sesuai dengan jarak baca sehingga dapat memberikan kenyamanan, tidak menimbulkan kelelahan mata bagi pembaca. Agar sebuah tulisan dapat dibaca dengan enak dan nyaman serta memperhatikan kemampuan mata orang yang akan membacanya maka, tulisan harus disusun dengan huruf-huruf yang sesuai dengan rumus. Besar kecilnya ukuran huruf tergantung pada jarak pembaca yang kita inginkan. Berikut ini adalah rumus menghitung tinggi, lebar, tebal, dan jarak antar huruf:

$$T \text{ (tinggi huruf) } = \frac{\text{Jarak baca dalam mm}}{200}$$

$$\text{Lebar} = \frac{2}{3} T \text{ cm}$$

$$\text{Tebal} = \frac{1}{6} T \text{ cm}$$

$$\text{Jarak antar huruf} = \frac{1}{5} T \text{ cm}$$

Jarak baca yang diinginkan dapat dibaca dari jarak 2 meter, maka tinggi huruf

$$T \text{ (tinggi huruf) } = \frac{2000 \text{ mm}}{200} = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = \frac{2}{3} 1 \text{ cm} = 0,67 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal} = \frac{1}{6} 1 \text{ cm} = 0,17 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak antar huruf} = \frac{1}{5} 1 \text{ cm} = 0,2 \text{ cm}$$

Poster tulisan tersebut ditempelkan disekitar area proses pencetakan dan ditampilkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Himbauan Untuk Hati-hati Menarik Cetakan

Dengan ditempelkannya himbauan ini pada dinding area kerja maka pekerja akan selalu mengingat agar hati-hati dan tidak keras-keras saat menarik cetakan sehingga produk genteng yang dilepaskan dari cetakan tidak mengalami keretakan.

4.6.1.3. Usulan Perbaikan Ketiga

Dari hasil perhitungan nilai RPN didapatkan bahwa produk *defect* cuil merupakan nilai tertinggi ketiga yang diberikan usulan perbaikan. *Defect* ini disebabkan karena ketidakhati-hatian pekerja dalam mengangkat dan menumpuk produk. Dari hasil analisis poka yoke disebutkan bahwa terdapat kontak antara alat dan produk dan terdapat gerakan yang tidak dilakukan sehingga mengakibatkan terjadinya cuil pada produk. Usulan perbaikan yang diberikan ialah memberikan himbauan karyawan untuk hati-hati dalam membawa dan menumpuk genteng dalam bentuk prosedur penumpukan dan pengangkutan produk pada Gambar 4.17.

Dengan adanya usulan perbaikan ini yang ditempelkan pada dinding area produksi maka pekerja akan selalu mengingat prosedur yang seharusnya dilakukan, sehingga dapat mengurangi produk yang rusak dan menghemat waktu *rework* produk yang rusak.



Gambar 4.17 Prosedur Penumpukan dan Pengangkutan Produk



4.6.2 Paving Kotak

4.6.2.1. Usulan Perbaikan Pertama

Pada tabel FMEA produk paving kotak yang memiliki nilai RPN tertinggi ialah pada jenis waste *defect* dengan *critical to quality* pecah, dimana hal ini dikarenakan ketidakhati-hatian pekerja dalam melakukan penumpukan dan mengangkutnya. Setelah dilakukan analisa, jenis poka yoke pada CTQ pecah merupakan adanya kontak alat dan produk dan menentukan langkah apa saja yang harus diikuti. Dari analisa tersebut adapun usulan perbaikan yang diberikan ialah berupa himbauan kepada pekerja untuk secara hati-hati menumpuk dan mengangkut produknya. Dapat diperjelas dengan adanya prosedur penumpukan dan pengangkutan produk. Berikut adalah Gambar 4.18 prosedur penumpukan dan pengangkutan produk:



Gambar 4.18 Prosedur Penumpukan dan Pengangkutan Produk

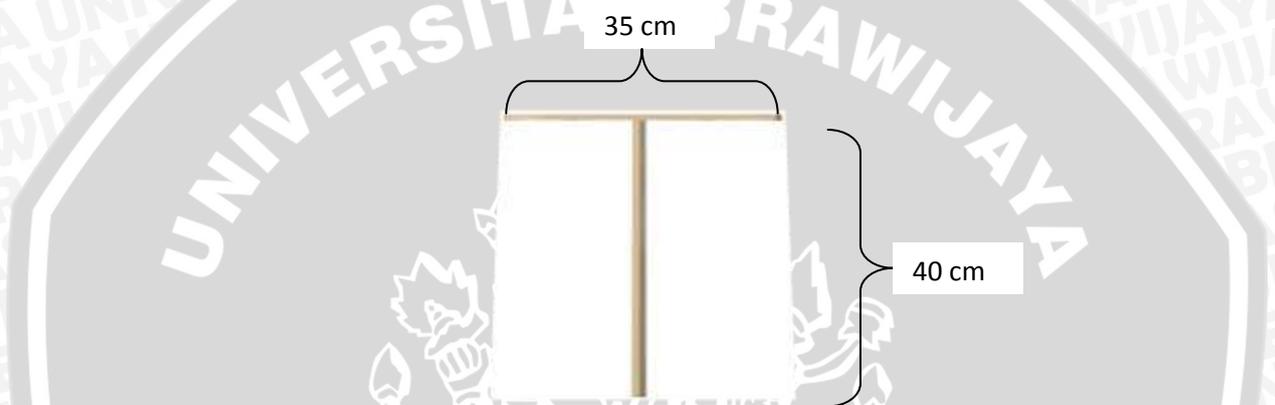
Dengan adanya usulan perbaikan ini yang ditempelkan pada dinding area produksi maka pekerja akan selalu mengingat prosedur yang seharusnya dilakukan, sehingga dapat mengurangi produk yang rusak dan menghemat waktu *rework* produk yang rusak.

4.6.2.2. Usulan Perbaikan Kedua

Pada tabel FMEA produk paving kotak yang memiliki nilai RPN tertinggi kedua ialah pada jenis waste *defect* dengan *critical to quality* cetakan tidak sempurna, dimana hal ini dikarenakan operator tidak mengisi cetakan sampai penuh merata, jenis poka yoke pada CTQ ini merupakan adanya kontak alat dan produk dan menentukan langkah proses apa saja yang harus diikuti. Kemudian memastikan isi pada cetakan benar-benar

penyempurnaan. Dari analisa tersebut usulan perbaikan yang diberikan ialah berupa pembuatan alat perata cetakan dari kayu yang berbentuk T untuk meratakan bahan campuran yang telah dituangkan ke cetakan, penggunaan alat tersebut yaitu dengan cara ditarik dari ujung cetakan di atas permukaannya agar menjadi penuh merata. Proses pengisian bahan dilakukan oleh operator dengan menurunkan panel mesin untuk membuka bahan campuran. Terdapat 12 buah cetakan pada mesin. Hasil pengisian cetakan tersebut biasanya tidak semua rata dengan cetakan, sehingga mengakibatkan produk tercetak dengan tidak sempurna. Adapun lebar ruas pegangan sebesar 5 cm dan lebar ruas perata sebesar 3 cm.

Berikut adalah Gambar 4.19 alat untuk meratakan cetakan:



Gambar 4.19 Alat Perata Cetakan

Dengan usulan perbaikan ini akan dapat menghasilkan cetakan yang sempurna, sehingga tidak memerlukan lagi waktu untuk rework produk-produk rusak. Dan dapat mencetak produk lebih banyak lagi.

4.6.2.3. Usulan Perbaikan Ketiga

Dari hasil perhitungan RPN didapatkan bahwa waktu proses produksi bertambah merupakan urutan nilai RPN tertinggi ketiga dikarenakan operator menunggu bahan campuran sampai habis dialirkan ke mesin press menggunakan konveyor. Kemudian dari analisis jenis poka yoke hal ini terjadi dikarenakan terdapat gerakan dan langkah proses yang tidak dilakukan, yaitu melanjutkan pengerjaan persiapan bahan campuran dan termasuk adanya kontak antara alat dan produk berupa bahan baku tersebut. Usulan perbaikan yang diberikan ialah berupa *standard operating procedure* (SOP) yang didapat dijadikan sebagai acuan standar kerja, agar operator melakukan persiapan bahan-bahan yang akan dicampurkan ketika mesin pengaduk mengaduk bahan

campuran dan mengalirkan bahan. Usulan SOP yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 *Standard Operating Procedure* Proses Pencampuran Paving Kotak

 <p>MALANG INDAH</p>	<p>DOKUMEN LEVEL</p> <p>STANDARD OPERATING PROCEDURE</p>	<p>KODE</p> <p>SOP MI-02</p>
<p>JUDUL : AKTIVITAS PADA PROSES PENCAMPURAN</p>		<p>TANGGAL DIKELUARKAN Maret 2014</p>
<p>AREA PRODUKSI PAVING KOTAK</p>		<p>NO REVISI : 00 Maret 2015</p>
<p>Tujuan</p> <p>Sebagai acuan operator dalam pelaksanaan aktivitas pada proses pencampuran</p>		
<p>Ruang Lingkup</p> <p>Penggunaan aktivitas ini hanya digunakan pada proses pencampuran produksi paving kotak</p>		
<p>Prosedur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memuat pasir ke bak ember 2. Menuangkan ember pasir ke mesin pencampuran 3. Perjalanan menuju warehouse semen 4. Memuat semen ke bak ember 5. Perjalanan membawa semen menuju mesin pencampuran 6. Menabur semen ke mesin pengadukan 7. Perjalanan menuju warehouse flyash 8. Memuat flyash ke bak ember 9. Perjalanan menuju mesin pencampuran 10. Menabur flyash ke mesin pencampuran 11. Melakukan pengisian air 12. Pengadukan bahan 13. Disaat bersamaan, melakukan persiapan bahan baku kembali 14. Membuka penutup mesin 15. Pengisian bahan campuran ke mesin press melalui konveyor 		

Dengan usulan perbaikan ini akan didapatkan pengurangan waktu menunggu pada proses pencetakan karena kelalaian pekerja. Penghematan waktu tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

Tabel 4.24 Waktu *Waiting* Pada Proses Pencetakan

Waktu <i>Waiting</i>	
Aktivitas	Waktu untuk 1 batch (detik)
Pengadukan bahan	467,51
Pengisian bahan ke mesin press menggunakan konveyor	73,33
Total	540,84

Waktu *waiting* yang terjadi pada proses pencetakan terjadi saat operator pencampuran menunggu selesainya pengadukan bahan dan menunggu selesainya pengisian bahan ke mesin press menggunakan konveyor. Usulan yang diberikan ialah mengerjakan aktivitas persiapan disaat mesin pengadukan dan konveyor beroperasi. Adapun aktivitasnya sebagai berikut:

Tabel 4.25 Aktivitas Yang Dilakukan Menggunakan Usulan SOP

Aktivitas Proses	Waktu untuk 1 batch (detik)
Mengisi pasir ke bak	125,90
Perjalanan pulang pergi membawa pasir	129,89
Memuat semen ke bak	52,03
Perjalanan pulang pergi membawa semen	65,55
Memuat flyash ke bak	53,10
Perjalanan pulang pergi membawa flyash	76,76
Total	503,23

Dengan waktu pencampuran awal 1.024,73 detik yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 dikurangi dengan total waktu aktivitas yang dilakukan menggunakan usulan SOP akan didapatkan pengurangan waktu menungggu (*waiting*). Di bawah ini merupakan perhitungan pengurangan waktu menungggu:

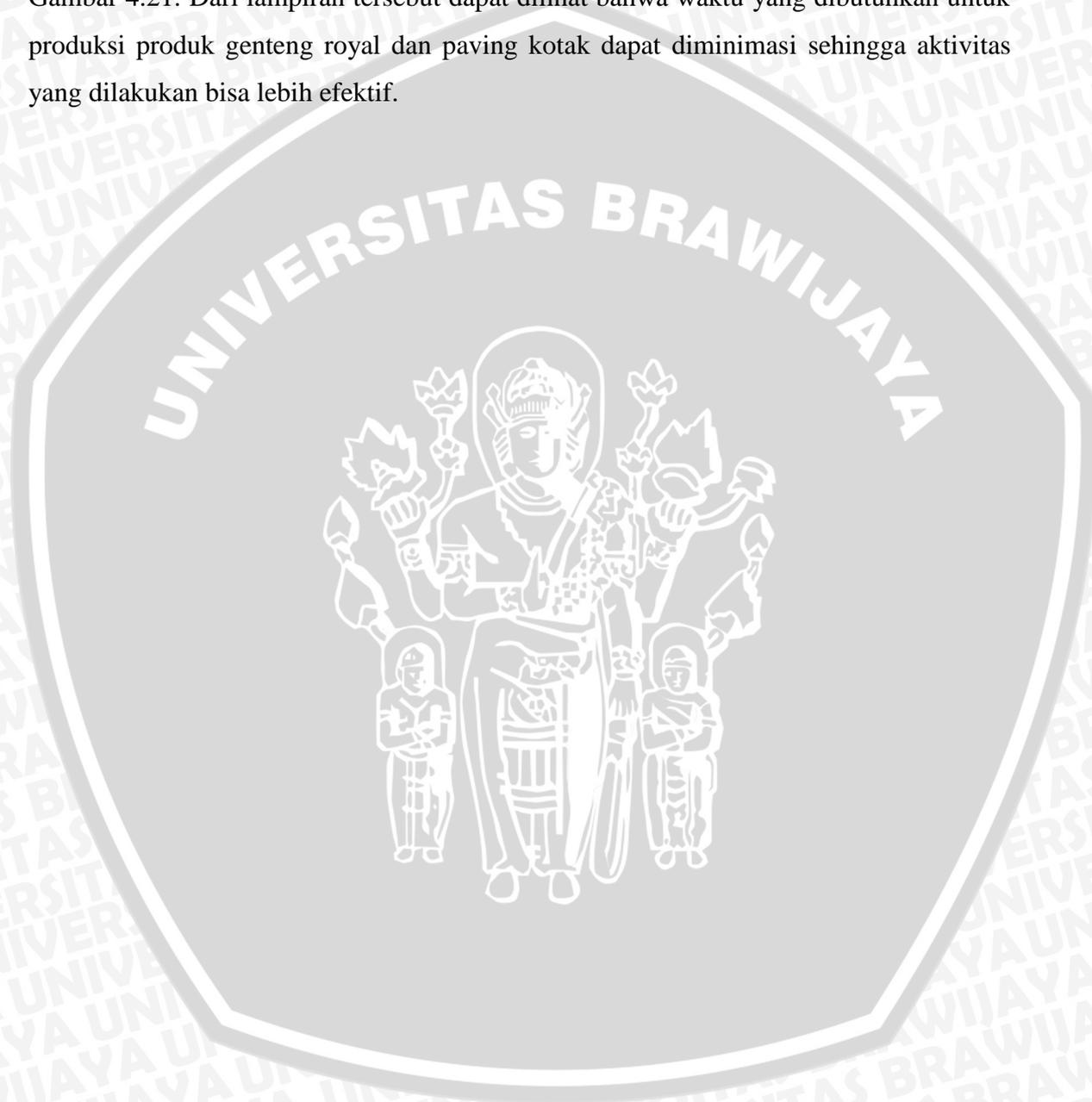
Waktu pencampuran = 1.024,73 detik

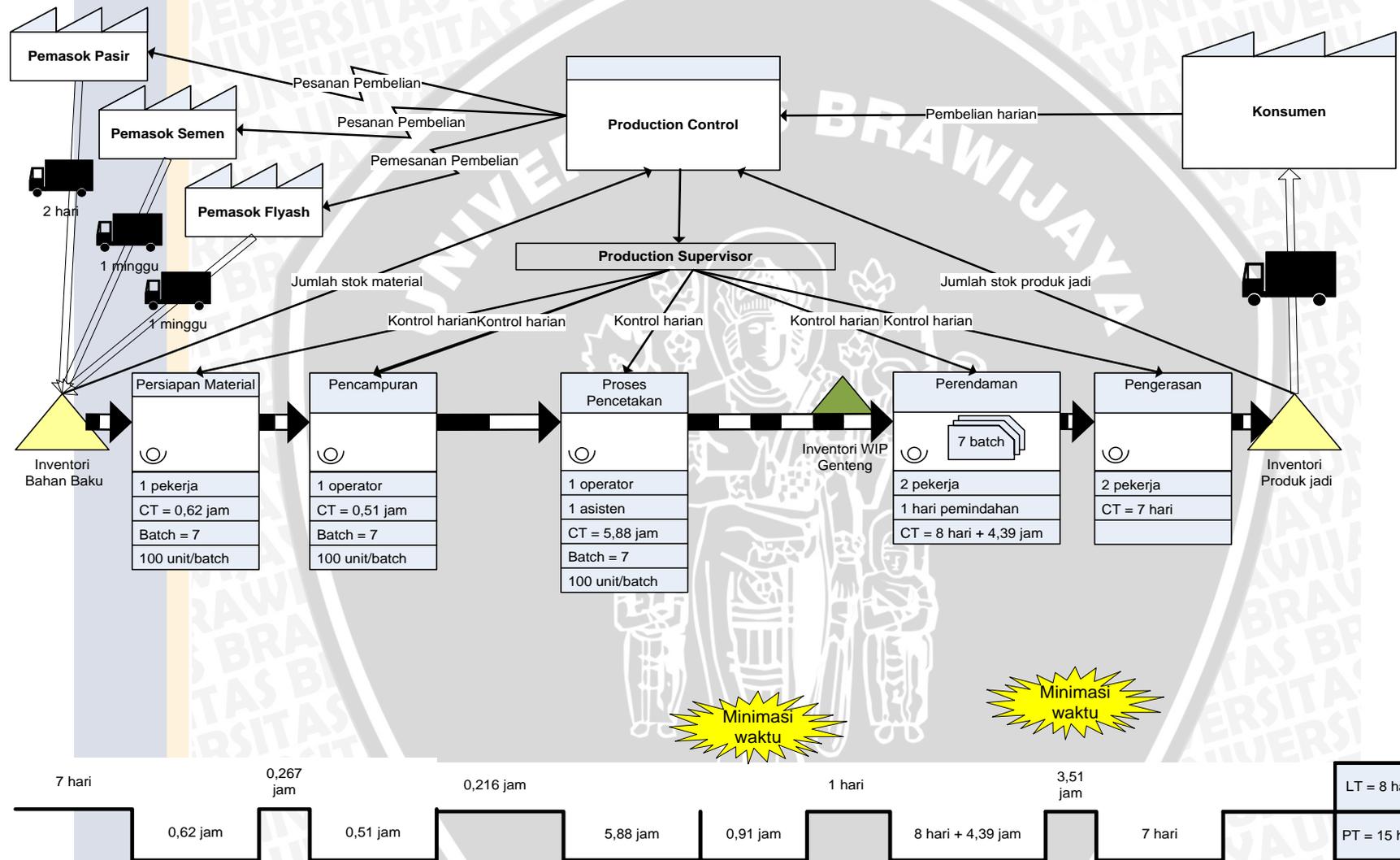
Waktu yang terhemat = 1.024,73 detik – 503,23 detik = 521,5 detik

Waktu yang terhemat dalam sehari = 521,5 detik × 17 batch = 8.865,5 detik = 2,46 jam

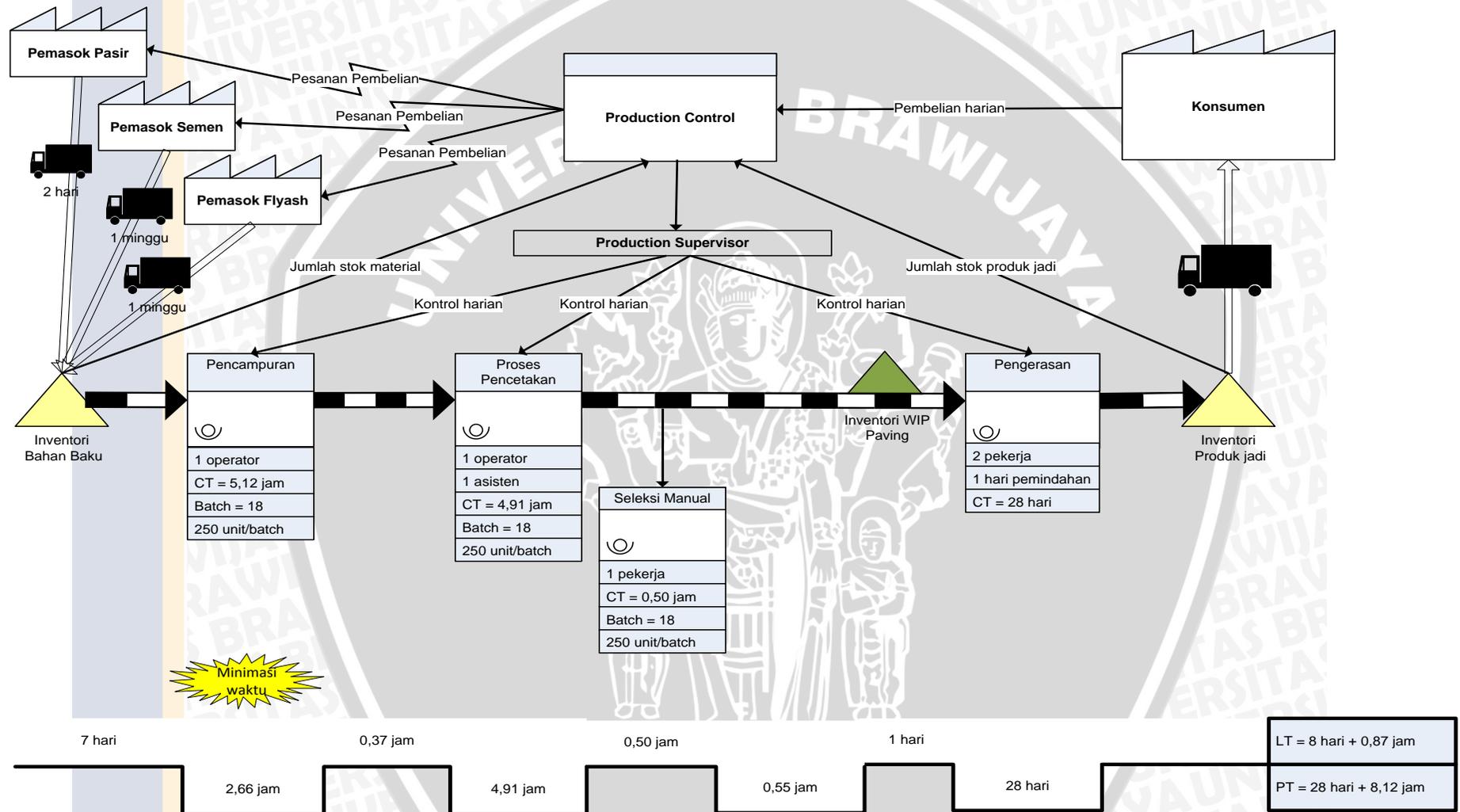
Berdasarkan hasil perhitungan dapat dihasilkan penghematan waktu akibat menunggu sebesar 2,46 jam.

Setelah diberikan usulan perbaikan mengenai *waste* yang terjadi sepanjang *value stream* proses produksi genteng royal dan paving kotak, maka dibuat *future state value stream mapping* kondisi setelah adanya usulan perbaikan. *Future state value stream mapping* untuk proses produksi genteng royal dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan untuk *future state value stream mapping* untuk proses produksi paving kotak tertera pada Gambar 4.21. Dari lampiran tersebut dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk produksi produk genteng royal dan paving kotak dapat diminimasi sehingga aktivitas yang dilakukan bisa lebih efektif.





Gambar 4.20 Future State Value Stream Mapping Proses Produksi Genteng Royal



Gambar 4.21 Future State Value Stream Mapping Proses Produksi Paving Kotak