

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum Perusahaan

Adapun penelitian ini dilakukan di PT Kutai Timber Indonesia. Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur yang menghasilkan *plywood* sebagai produk utamanya. Berikut adalah penjelasan mengenai sejarah perusahaan, badan usaha dan bidang usaha, struktur organisasi, proses produksi dan jenis produk, serta manajemen personalia yang ada di PT Kutai Indonesia.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Pendirian pabrik KTI di kota probolinggo tidak serta merta. Ada runtutan sejarah yang cukup panjang. KTI bercikal bakal dari sebuah usaha joint venture dua perusahaan di bumi Samarinda, Kalimantan Timur. Dua perusahaan itu adalah Sumitomo Forestry Co. Ltd., Japan dan FA Kaltimex Jaya milik warga lokal, H.A. Rustam Effendi, seorang keturunan Raja Kutai.

Mulanya Sumitomo Forestry masuk ke Indonesia sebagai perusahaan asing yang bergerak dibidang kehutanan bersama perusahaan Jepang lainnya yaitu Shinnan Enterprise Ltd. yang kemudian berubah nama perusahaan menjadi Selatan Baru. Tapi, usaha yang dilakoni Shinnan Enterprise terbilang masih berskala kecil. Perusahaan-perusahaan tersebut melakukan usaha transaksi kayu bulat atau log dari hutan Indonesia. Kayu-kayu bulat atau log diekspor ke Jepang. Sebagian melalui pelabuhan pemuatan di Sungai Mahakam dan dilepas (muara) Sungai Mahakam.

Pada 1970 terjadilah *joint venture* Sumitomo Forestry Co. Ltd. dengan FA Kaltimex Jaya. Dua perusahaan ini mendirikan perusahaan baru bernama PT Kutai Timber Indonesia (KTI). Pendirian perusahaan ini dilindungi oleh Undang-Undang (UU) yaitu UU nomor 1 tahun 1967 tentang Penanaman Modal Asing (PMA). Selanjutnya diperkuat dengan Surat Persetujuan Presiden Republik Indonesia nomor B-76/Pres/5/1970 tentang izin investasi di bidang kehutanan.

Perusahaan joint venture tersebut didirikan berdasarkan akta notaris Eliza Pondaag, notaris di Jakarta nomor 12 tahun 1970 dan disahkan oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia nomor J.A.5/119/20 tanggal 11 september 1970. Selanjutnya didaftarkan di kantor pengadilan negeri Samarinda nomor 225/1970 tanggal 29 september 1970. Selama kurun 1970-1973, KTI melakukan usaha ekspor kayu bulat atau log.

Menurut Direktur Muda PT KTI Syamsul Effendi, pengelolaan kayu hutan sebelumnya dilakukan dengan sistem *konvensional*, yakni system kuda-kuda. Kayu gelondongan didorong begitu saja dari atas. Tapi setelah ada KTI, pengelolaan hutan bisa lebih baik secara mekanik menggunakan bulldoser dan pakai pengangkut, tidak lagi system kuda-kuda. Dalam ingatan Syamsul Effendi, pada 1970-an praktis tidak ada persaingan yang begitu keras. Kayu-kayu umumnya diekspor dalam bentuk log. Negara-negara lain kebanyakan sudah punya pabrik. Sementara walau sudah punya UU PMA sejak 1967, Indonesia baru mulai *start* dibidang industry pengelolaan kayu pada kurun 1969-1970.

KTI terus berkembang. Pada 1973 KTI memindahkan kantor pusat ke Jakarta. Itu sesuai dengan akta notaris Eliza Pondaag nomor 36 tanggal 19 september 1973 dan surat dari Departemen Perindustrian Ringan dan Kerajinan Rakyat Nomor 1700/DD/V/1973 tanggal 30 mei 1973. Selain memindah kantor pusat ke Jakarta, KTI kemudian mengambil keputusan besar, yaitu mendirikan pabrik di kota Probolinggo.

Syamsul Effendi menuturkan, ada dua prinsip besar disetiap perusahaan. Pertama selalu mendekati pasar. Kedua mendekati bahan baku. “yang dilakukan KTI adalah mendekati pasar,” katanya. Direktur Muda, Umum dan Personalia PT KTI Captain M. Sain Latief lalu merinci lebih detail alasan pendirian pabrik KTI di kota Probolinggo. Dari awal, KTI melihat Probolinggo sebagai daerah potensial. “Dari survey kami, perhitungan cost, labour cost, jalur transportasi yang strategis, banyaknya air tawar yang zat kapurnya sedikit, adanya pelabuhan, log pond bisa dibikin dalam pantai, adalah pertimbangan-pertimbangan kami sampai memilih Kota Probolinggo jadi pabrik KTI,” katanya.

Maka didirikanlah pabrik KTI di Kota Probolinggo. Letaknya di sisi timur pelabuhan Tanjung Temabaga. Untuk usahanya di Kota Probolinggo, KTI mengantongi izin resmi. Surat Keputusan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 292/M/SK/5/1975 tentang pendirian proyek Industri/Pabrik Penggergajian Kayu, Pembuatan Veneer dan Plywood di Probolinggo, Jawa Timur. Pada tahun 1974, KTI mulai membangun pabrik plywood, veneer dan sawmill. Dan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Perindustrian No. 55/T/PERTANIAN/1980 tanggal 11 agustus 1980 PT KTI telah diberikan ijin usaha tetap.

4.1.2 Badan Usaha dan Bidang Usaha

Adapun keterangan mengenai badan usaha dan bidang usaha pada perusahaan ini adalah sebagai berikut.

Nama	: PT Kutai Timber Indonesia
Berdiri	: Bulan September 1970
Area Bisnis	: <i>Plywood, Second Process Plywood, Wood Working, Particle Board</i>
Modal	: US\$ 27.000.000,-
Pemegang saham	: Sumitomo Forestry 99,8% ; lainnya 0,2%
Periode Perhitungan	: Bulan Desember
Volume Penjualan	: Tahun 2008 : US\$ 83 juta Tahun 2009 : US\$ 78 juta Tahun 2010 : US\$ 99 juta

4.1.3 Struktur Organisasi PT Kutai Timber Indonesia

Dalam perjalanannya, sebuah pabrik produksi pasti mempunyai struktur organisasi yang mengatur masalah manajemen perusahaan sehingga perusahaan berjalan sesuai dengan target yang diharapkan. Begitu juga dengan PT Kutai Timber Indonesia.

Untuk struktur organisasi PT Kutai Timber Indonesia secara garis besar sebagai berikut, sedangkan untuk bagan bisa dilihat pada lampiran 1.

1. Struktur Organisasi PT Kutai Timber Indonesia, pada tingkat Direktur. Seorang Direktur Utama, dengan membawahi seorang Direktur, General Manajer, Board Of Executive Officer, dan Internal Audit.
2. Struktur Organisasi PT Kutai Timber Indonesia yang di bawahi oleh General Manajer:
 - a. Bagian Administrasi
 - b. Bagian *Purchasing*
 - c. Bagian *Log Jawa*
 - d. Bagian *Log & Shipping*
 - e. Bagian *Marketing*
 - f. Bagian *Quality Control / Research and Development*
 - g. Bagian *Plywood*
 - h. Bagian *Wood Working*

- i. Bagian *Maintenance*
- j. Bagian *Particle Board*

4.1.4 Proses Produksi dan Jenis Produk

Adapun proses produksi yang ada di PT Kutai Timber Indonesia adalah sebagai berikut.

1. *Log Pond*

Pada bagian ini terjadi proses penyimpanan dan mendatangkan bahan baku. Bahan baku disini masih berupa *log* kayu yang kemudian disimpan dengan cara mengapungkannya di laut dengan mengelompokkannya berdasarkan jenis dan kualitas *log* kayu. Penyimpanan *log* kayu di air laut dilakukan agar *log* kayu tetap dalam kondisi basah, tidak kering sehingga kualitas kayu masih tetap terjaga.

2. *Log Cutting*

Bagian ini melakukan proses pemotongan kayu dari bentuk gelondongan menjadi bagian yang lebih pendek sehingga dapat masuk pada proses selanjutnya. Pada proses ini, kayu gelondongan di potong dengan ukuran yang lebih pendek yaitu dengan ukuran 3 meter. Pada proses ini pekerja menggunakan gergaji mesin untuk melakukan pemotongan *log* kayu.

3. *Rotary*

Pada bagian ini terjadi pemapasan kayu dari *log* kayu dengan ukuran 3 meter tadi menjadi lembaran-lembaran yang akan digunakan dalam pembuatan *plywood*. *Log* kayu yang telah di proses menjadi lembaran-lembaran ini menghasilkan sekitar 105 lembar. Pada proses ini awalnya dilakukan pencarian titik *center* atau titik tengah pada kayu agar nantinya pada saat pemapasan, *log* kayu terkupas secara merata dengan hasil lembaran kayu yang lebih maksimal. Setelah ditemukan titik *center* kayu sebagai poros putaran, maka selanjutnya *log* kayu ini diputar dengan mesin *rotary* sehingga mengubah *log* kayu menjadi lembaran-lembaran *core*.

4. *Driyer*

Kayu yang telah dikupas kemudian dikeringkan pada bagian ini. Setelah lembaran *core* tadi keluar dari mesin *rotary*, maka selanjutnya lembaran ini masuk mesin *dryer* secara kontinyu secara perlahan sampai *core* ini mencapai titik kering tertentu sesuai standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

5. *Arranger*

Pada proses ini dilakukan persiapan penggabungan antara *face* dan *back* sehingga membentuk sebuah *plywood*. Pada proses ini terjadi pemisahan lembaran yang akan menjadi *face*, *core* dan *back*. *Face* dan *back* merupakan lapisan terluar dari *plywood* yang kualitas kayu penyusunannya biasanya lebih bagus dari *core*. *Core* merupakan lapisan tengah pada *plywood*. Pada proses ini juga dilakukan proses *repair* terhadap lembar *core* yang mengalami sedikit *defect*. Selain itu, pada proses ini juga dilakukan penentuan kualitas *plywood* berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

6. *Glue Spreader*

Yaitu proses pengeleman pada *plywood* yang menggabungkan *face*, *core* dan *back*. Lembar *plywood* yang telah diseleksi di proses *arranger* selanjutnya di gabungkan di proses *glue* ini, sebelum memasuki proses *press*.

7. *Cold & Hot Press*

Pengepresan *plywood* agar lem yang sudah diberikan pada bagian *plywood* dapat melekat.

- *Hot Press*: Lazim dilakukan untuk *plywood* dengan bahan baku softwood dengan suhu mencapai 120 °C selama hampir 10 menit. Akurasi waktu pengepresan, tingginya tekanan dan temperatur sangat penting pada proses ini.
- *Cold Press*: Dilakukan dengan alat tekan hidrolik atau putar. Jenis lem yang digunakan biasanya adalah resin atau urea-formaldehide yang memiliki proses pengeringan lebih lama. Pengepresan dilakukan selama 4-24 jam.

8. *Putty & Double Saw*

Pada bagian ini dilakukan proses pendempulan dan pemotongan *plywood* sesuai dengan *order* yang diminta oleh pemesan. Pada proses pendempulan, 1 *pallet plywood* dikerjakan oleh 2 operator. Pada pendempulan ini, proses nya dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk menyelesaikan 1 *pallet plywood*. Selanjutnya setelah dilakukan pendempulan, maka *pallet plywood* ini di transfer ke proses *double saw* untuk dilakukan pemotongan pada dua sisinya. Pemotongan ini untuk merapikan dan memotong *plywood* sesuai dengan standar.

9. *Sander*

Penghalusan *plywood* yang telah diproses. Pada proses ini *plywood* yang telah di potong kedua sisinya akan dilakukan proses penghalusan, serta pelapisan lapisan terluar *plywood* dengan bahan tertentu.

10. *Final Selection*

Proses penyeleksian produk sesuai dengan *order* yang diinginkan. Produk yang tidak lolos seleksi akan diturunkan gradenya. Selanjutnya *plywood* yang telah diseleksi akan dikirim ke gudangan akan segera dikirim ke konsumen yang telah melakukan pemesanan.

4.1.5 Manajemen Personalia

Dalam menjaga stabilitas pabrik PT Kutai Timber Indonesia membagi 4 divisi yang penting dalam menjalankan produksi pabrik tersebut. Adapun 4 divisi disini adalah sebagai berikut.

1. Divisi *plywood*

Divisi yang bertahan selama 30 tahun pada awalnya kayu alam digunakan sebagai bahan baku, namun sebagai perusahaan *plywood* di Indonesia, selain kayu alam, kami menggunakan bahan kayu tanaman. Divisi yang memiliki 5 mesin *rotary lace* dan 4 *dryer* ini telah menerapkan system ISO 9001:2000 dan ISO 14001:2004 dan dibawah pengawasan ketat standar kualitas, kami memproduksi produk ramah lingkungan.

2. Divisi *wood working*

Dilengkapi dengan tempat pengeringan kayu alami dan pengeringan menggunakan mesin. Selain itu juga memiliki mesin untuk pewarnaan, *laminated*, yang dapat memproses *bare core*, *sliced veneer*, produk *wood working*, *furniture* dan lainnya menjadikan divisi ini sebagai divisi yang dapat menjawab kebutuhan produk *wood working*. Divisi *wood working* pun telah meraih ISO 9001:2008 dan system mutu ISO 14001:2004.

3. Divisi *particle board*

Bahan baku *particle board* kami berasal dari limbah kayu yang sebelumnya dibuang oleh PT KTI dan pabrik *plywood* perkayuan sekitarnya. Untuk meningkatkan pengembangan produk *secondary press* yang menggunakan produk *particle board* dan penjualan kami memperkuat pondasi untuk menjadi pabrik kayu no 1 di dunia perkayuan dengan mendirikan pabrik *particle board* di mulai bulan November 2005 yang letaknya bersebelahan dengan divisi yang telah ada dan dimulai produksi pada januari 2008.

4. Divisi penanaman dan lingkungan

Untuk meningkatkan prosentase bahan baku kayu tanaman menjadi 70% PT KTI mengembangkan kerja sama dengan masyarakat setempat untuk melakukan penanaman kayu *falcate* yang berkualitas dan tumbuh cepat. Lalu PT Sumitomo Forestry dan Pusat Riset Tsubuka Jepang bekerja sama dengan pihak perhutani Jawa timur melakukan riset pohon yang berkembang cepat, perawatan dan pemanenan untuk kepentingan industry.

4.2 Pengumpulan Data

Adapun data yang dikumpulkan untuk pembuatan *value stream mapping* pada proses produksi *plywood* disini seperti data tentang waktu siklus dari setiap proses, *change-over time*, dan jumlah kegagalan produk yang terjadi di lantai produksi. Adapun penjelasan mengenai data-data tersebut adalah sebagai berikut.

4.2.1 Data Hasil Pengamatan Proses Produksi

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di PT Kutai Timber Indonesia, diperoleh data tentang ukuran *scrap*, *uptime*, *change-over time*, dan jumlah pekerja pada masing-masing proses produksi yang ada di PT Kutai Timber Indonesia. Data-data ini digunakan untuk mengisi *data box* yang diperlukan dalam pembuatan *value stream mapping*. Adapun rekapitulasi data yang diperlukan untuk mengisi *data box* tersebut dapat dilihat seperti Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data *Uptime*, *Scrap*, *Change-over Time*, dan Jumlah Operator

No.	Proses	<i>Uptime</i>	<i>Scrap</i> (%)	Change-overtime (menit)	Operator (orang)
1	<i>Log cutting</i>	99%	0	-	2
2	<i>Rotary</i>	98%	0.01	0.5	3
3	<i>Dryer</i>	90%	0.58	1	3
4	<i>Arranger</i>	95%	1.55	-	2
5	<i>Glue spreader</i>	98%	0.01	0.5	3
6	<i>Cold press</i>	98%	0.01	0.5	2
7	<i>Hot press</i>	98%	0.59	0.5	3
8	<i>Putty</i>	95%	0.05	-	2
9	<i>Double saw</i>	98%	0.05	1	3
10	<i>Sander</i>	98%	0.40	0.5	2
11	<i>Final selection</i>	95%	0.01	-	2

Sumber : PT Kutai Timber Indonesia

Untuk data pengamatan mengenai waktu masing-masing proses akan dilakukan pengukuran secara langsung melalui 20 replikasi, dimana pengukuran waktu proses dilakukan untuk menghasilkan 1 *pallet* (93 lembar) produk jenis *plywood* ukuran 9 x 1220 x 2440 mm. Adapun waktu pada masing-masing proses tersebut dapat dilihat seperti Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Waktu di Setiap Proses

Waktu proses (menit)	Proses										
	<i>Log cutting</i>	<i>Rotary</i>	<i>Dryer</i>	<i>arranger</i>	<i>Glue</i>	<i>Cold press</i>	<i>Hot press</i>	<i>Putty</i>	<i>Double saw</i>	<i>Sander</i>	<i>Final selection</i>
1	1.20	5.76	29.20	13.33	14.18	35.00	7.00	100.33	17.18	3.20	6.82
2	1.56	5.35	29.57	13.20	14.20	35.00	7.00	102.53	18.17	3.58	6.20
3	1.17	6.86	30.72	12.85	14.75	35.00	7.00	113.38	17.57	4.13	6.55
4	1.38	5.93	29.23	14.55	13.57	35.00	7.00	100.55	17.93	3.21	5.35
5	1.58	6.37	29.55	14.33	13.90	35.00	7.00	115.93	18.18	4.21	6.22
6	1.78	6.37	31.35	14.35	14.03	35.00	7.00	115.53	18.20	3.17	5.92
7	1.35	6.60	29.38	15.05	13.52	35.00	7.00	114.90	17.92	3.98	6.00
8	1.13	5.20	29.53	15.00	13.55	35.00	7.00	118.52	17.88	4.33	6.73
9	1.87	5.92	29.93	15.13	14.33	35.00	7.00	119.90	17.02	4.33	6.97
10	1.20	6.55	31.18	14.57	14.90	35.00	7.00	118.33	17.22	4.09	5.62
11	1.32	5.18	31.23	12.90	13.97	35.00	7.00	118.53	18.17	4.27	5.98
12	1.33	5.76	29.22	15.10	13.40	35.00	7.00	118.20	17.22	3.33	5.80
13	1.44	5.88	29.32	15.02	13.55	35.00	7.00	117.50	17.56	3.78	6.12
14	1.43	5.78	29.78	15.13	14.20	35.00	7.00	116.89	17.34	4.29	6.50
15	1.47	6.20	29.44	15.22	13.57	35.00	7.00	118.20	18.11	4.21	6.76
16	1.57	6.32	31.22	13.21	13.54	35.00	7.00	105.60	18.34	3.52	6.78
17	1.22	5.22	29.67	13.13	14.23	35.00	7.00	107.80	17.30	3.66	6.87
18	1.38	5.34	29.46	12.56	14.50	35.00	7.00	109.90	17.33	3.20	6.91
19	1.37	5.44	29.66	14.78	14.32	35.00	7.00	112.38	17.19	3.12	5.73
20	1.81	6.40	30.21	14.90	13.55	35.00	7.00	118.40	18.12	3.78	5.65

Sumber : PT Kutai Timber Indonesia

4.2.2 Data Jumlah Product Defect

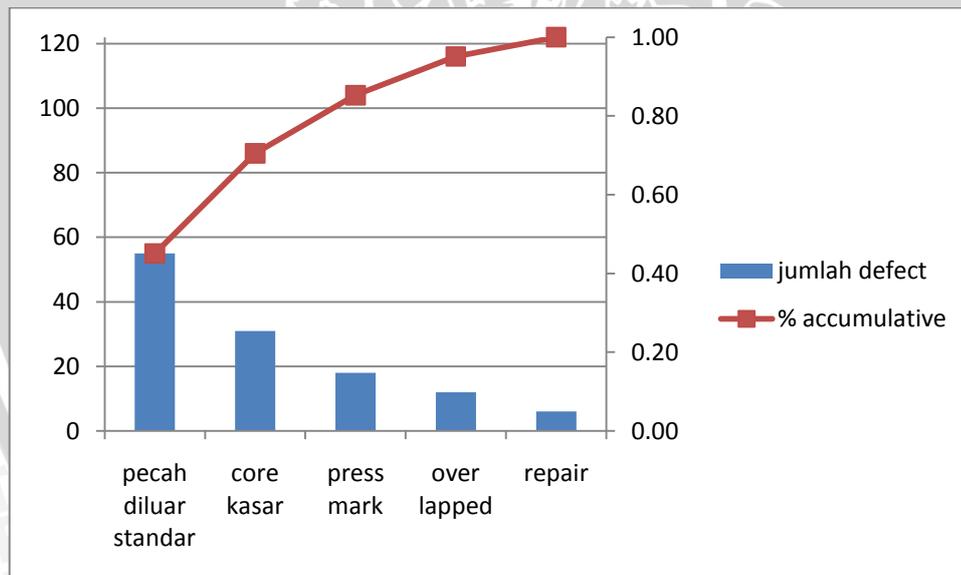
Jumlah produk *defect* disini diambil selama pengamatan berlangsung, yaitu sekitar 1 bulan yang terdiri dari 30 hari kerja pada bulan Maret 2014. Adapun jumlah produk *defect* selama periode 1 bulan tersebut dapat dilihat seperti Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jenis dan Jumlah Produk *Defect*

No	Jenis produk <i>defect</i>	Jumlah produk <i>defect</i> (<i>pallet</i>)	Presentase kegagalan (%)	Presentase kegagalan kumulatif (%)
1	Pecah diluar standar	55 <i>pallet</i>	45,1 %	45,1 %
2	<i>Core</i> kasar	31 <i>pallet</i>	25,4 %	70,5 %
3	<i>Press mark</i>	18 <i>pallet</i>	14,8 %	85,2 %
4	<i>Over lapped</i>	12 <i>pallet</i>	9,8 %	95,1 %
5	<i>Repair</i>	6 <i>pallet</i>	4,9 %	100 %
Total		122 <i>pallet</i>		

Sumber : PT Kutai Timber Indonesia

Dari tabel jenis dan jumlah produk *defect* diatas, maka diagram pareto nya dapat dilihat seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Jenis dan Jumlah Produk *Defect* di PT Kutai Timber Indonesia

Dari Gambar 4.1 diagram pareto, maka kita bisa mengetahui bahwa jenis produk *defect* terbesar di PT Kutai Timber Indonesia adalah adanya pecah diluar standar pada produk jenis *plywood*. Sesuai dengan aturan pareto 80-20, maka diperoleh dua jenis kegagalan produk yang berada dibawah 80% diantaranya yaitu sebagai berikut.

1. Pecah diluar standar
2. *Core* kasar

4.3 Pengolahan Data dan Pembahasan

4.3.1 Pembentukan *Current State Map*

Current state map diperlukan untuk memberikan gambaran awal dari suatu proses yang berlangsung dalam perusahaan. Adapun langkah-langkah pembentukan *current state map* disini seperti penentuan produk *model line*, penentuan *value stream manager*, penentuan waktu standar, pembuatan peta kategori proses, dan penggambaran *current state map* berdasarkan penelitian yang dilakukan di PTKutai Timber Indonesia. Adapun penjelasannya dari langkah-langkah pembentukan *current state map* disini adalah sebagai berikut.

4.3.1.1 Penentuan Produk *Model Line*

Produk yang menjadi *model line* dalam pembentukan *current state map* di PT Kutai Timber Indonesia disini adalah produk jenis *plywood* dengan ukuran 9 x 1220 x 2440 mm yang merupakan produk utama dari perusahaan yang tingkat permintaannya sangat besar dibandingkan dengan produk-produk jenis lainnya.

4.3.1.2 Penentuan *Value Stream Manager*

Value Stream Manager adalah seseorang yang memahami keseluruhan proses produksi yang terjadi secara detail dan memiliki peranan penting dalam proses produksi sehingga dapat memberikan informasi dengan lengkap dan dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan proses produksi. Adapun *value stream manager* pada penelitian ini yaitu bapak Suseno Ariefianto selaku Asisten Kepala Bagian PPIC.

4.3.1.3 Penentuan Waktu Standar

Salah satu informasi yang dibutuhkan dalam pembuatan peta untuk setiap kategori proses di sepanjang *value stream* adalah waktu standar. Adapun tahapan dalam perhitungan waktu standar disini seperti perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku. Adapun perhitungan waktu standar untuk masing-masing proses di PT Kutai Timber Indonesia adalah sebagai berikut.

1. Waktu siklus

Berdasarkan data waktu proses yang telah diamati dengan 20 replikasi di PT Kutai Timber Indonesia, maka selanjutnya akan dilakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data untuk menghasilkan data waktu siklus pada masing-masing proses. Uji keseragaman dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya data yang berada diluar batas

kendali, sedangkan uji kecukupan dilakukan untuk mengetahui apakah data yang di peroleh sudah representatif.

Pada Tabel 4.4 berikut adalah contoh perhitungan uji keseragaman dan kecukupan data untuk menghasilkan waktu siklus pada proses *Arranger* dengan 20 replikasi waktu proses pengamatan. Sedangkan untuk perhitungan uji keseragaman, uji kecukupan, dan waktu siklus pada proses lainnya dapat dilihat pada lampiran 2 dan lampiran 3.

Tabel. 4.4. Waktu Proses *Arranger*

Pengamatan	Waktu proses (menit)
1	13.33
2	13.20
3	12.85
4	14.55
5	14.33
6	14.35
7	15.05
8	15.00
9	15.13
10	14.57
11	12.90
12	15.10
13	15.02
14	15.13
15	15.22
16	13.21
17	13.13
18	12.56
19	14.78
20	14.90

Dari data pada Tabel 4.4 dapat dihitung nilai rata-rata, standar deviasi, BKA, dan BKB. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{13.33+13.20+12.85 + \dots + 12.56+14.78+14.90}{20} \\ &= \frac{284.31}{20} = 14.22 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum(13.33-14.22)^2 + (13.20-14.22)^2 + \dots + (14.78-14.22)^2 + (14.90-14.22)^2}{19}}$$

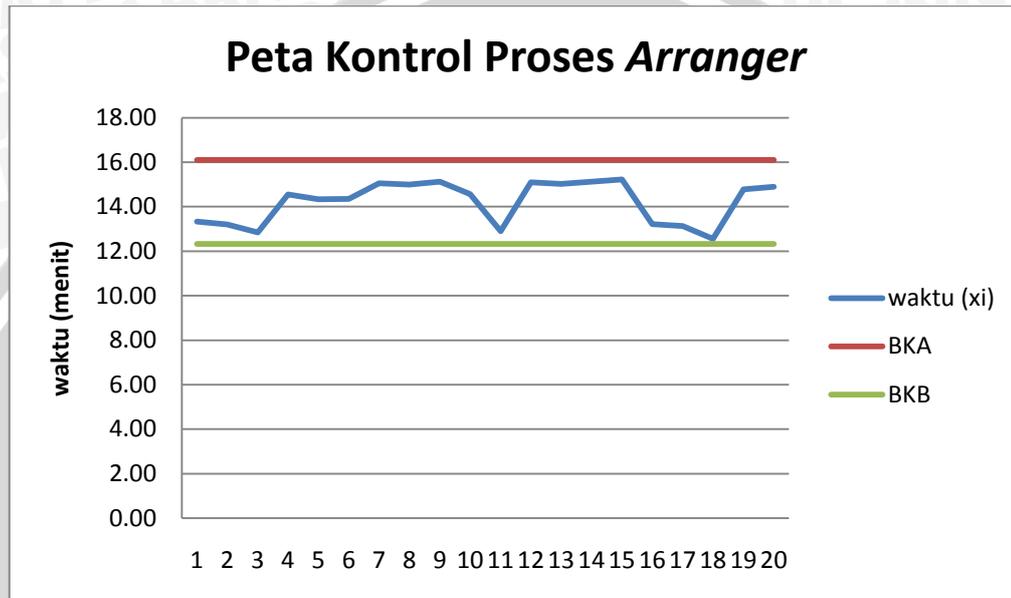
$$= 0.9409$$

Dengan $k = 2$, maka:

$$BKA = \bar{x} + 2\sigma = 14.22 + 2(0.9409) = 16.0973$$

$$BKB = \bar{x} - 2\sigma = 14.22 - 2(0.9409) = 12.3337$$

Dari perhitungan tersebut maka adapun grafiknya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Peta Kontrol Untuk Waktu Siklus Proses *Arranger*

Dari Gambar 4.2 peta kontrol, maka kita bisa mengetahui bahwa semua data waktu untuk proses *arranger* berada di dalam batas control BKA dan BKB, sehingga dapat disimpulkan semua data untuk proses *arranger* ini adalah seragam. Setelah dilakukan uji keseragaman, maka akan dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang diambil telah representative. Adapun contoh perhitungan uji kecukupan data untuk proses *arranger* disini dapat dilihat seperti Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Uji Kecukupan Data Proses *Arranger*

Pengamatan	X	X ²
1	13.33	177.69
2	13.20	174.24
3	12.85	165.12
4	14.55	211.70
5	14.33	205.35
6	14.35	205.92
7	15.05	226.50
8	15.00	225.00
9	15.13	228.92
10	14.57	212.28
11	12.90	166.41
12	15.10	228.01
13	15.02	225.60
14	15.13	228.92
15	15.22	231.65
16	13.21	174.50
17	13.13	172.40
18	12.56	157.75
19	14.78	218.45
20	14.90	222.01
Total	284.31	4058.43

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N x \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

$$= \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{20 x 4058.43 - 80832.18}}{284.31} \right]^2 = 6.6585 \approx 7 \text{ data}$$

Karena $N'=7 < N=20$ maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *arranger* sudah memenuhi kecukupan data. Dengan cara yang sama maka akan dilakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data untuk proses yang lainnya. Pengujian replikasi pertama akan dilakukan dengan 20 replikasi. Adapun rekapitulasi hasil pengujian data di masing-masing proses tersebut dapat dilihat seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Pengujian Data Untuk Setiap Proses

No	Proses	Uji keseragaman	Uji kecukupan
1	<i>Log cutting</i>	Seragam (4 replikasi)	Cukup
2	<i>Rotary</i>	Seragam	Cukup
3	<i>Dryer</i>	Seragam	Cukup
4	<i>Arranger</i>	Seragam	Cukup
5	<i>Glue spreader</i>	Seragam (3 replikasi)	Cukup
6	<i>Cold press</i>	Seragam	Cukup
7	<i>Hot press</i>	Seragam	Cukup
8	<i>Putty</i>	Seragam	Cukup
9	<i>Double saw</i>	Seragam	Cukup
10	<i>Sander</i>	Seragam	Cukup (2 replikasi)
11	<i>Final selection</i>	Seragam	Cukup

Setelah dilakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data, maka kita bisa mengambil nilai rata-rata waktu proses sehingga menghasilkan waktu siklus. Adapun rekapitulasi waktu siklus untuk masing-masing proses seperti Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Rekapitulasi Waktu Siklus

No.	Proses	Waktu siklus (menit)
1	<i>Log cutting</i>	1.36
2	<i>Rotary</i>	5.92
3	<i>Dryer</i>	29.94
4	<i>Arranger</i>	14.22
5	<i>Glue spreader</i>	13.90
6	<i>Cold press</i>	35.00
7	<i>Hot press</i>	7.00
8	<i>Putty</i>	113.17
9	<i>Double saw</i>	17.70
10	<i>Sander</i>	3.81
11	<i>Final selection</i>	6.27

2. Waktu normal

Waktu normal merupakan hasil perkalian antara waktu siklus dengan *performance rating*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di PT Kutai Timber Indonesia, perhitungan *performance rating* diperlukan untuk mendapatkan waktu normal pada proses yang masih melibatkan tenaga manual dari pekerjanya, seperti proses *arranger*, *putty*, dan *final selection*. Pada penelitian ini tidak akan dilakukan perubahan terhadap proses yang diamati, *performance rating* yang akan digunakan adalah *performance*

rating 100% sehingga waktu normal pada masing-masing proses sama dengan waktu siklusnya. Adapun rekap data dari waktu normal pada masing-masing proses disini dapat dilihat seperti Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Waktu Normal Pada Tiap Proses

No.	Proses	Waktu normal (menit)
1	<i>Log cutting</i>	1.36
2	<i>Rotary</i>	5.92
3	<i>Dryer</i>	29.94
4	<i>Arranger</i>	14.22
5	<i>Glue spreader</i>	13.90
6	<i>Cold press</i>	35.00
7	<i>Hot press</i>	7.00
8	<i>Putty</i>	113.17
9	<i>Double saw</i>	17.70
10	<i>Sander</i>	3.81
11	<i>Final selection</i>	6.27

3. Waktu baku

Setelah menentukan waktu siklus dan waktu normal, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan terhadap waktu baku masing-masing proses sebagai dasar untuk pembuatan *value stream mapping*. Waktu baku disini akan dipengaruhi oleh *%allowance* yang merupakan perbandingan total *allowance* dengan waktu total pengerjaan tiap aktivitas dalam beberapa replikasi. Tabel 4.9 berikut adalah contoh perhitungan waktu baku pada proses *arranger*.

Tabel 4.9. Jumlah % *Allowance* Pada Proses *Arranger*

Replikasi	Waktu siklus (menit)	Waktu <i>allowance</i> (menit)
1	13.33	2.13
2	13.20	2.12
3	12.85	2.98
4	14.55	0.00
5	14.33	2.21
6	14.35	2.00
7	15.05	2.15
8	15.00	2.22
9	15.13	0.00
10	14.57	2.40
11	12.90	2.50
12	15.10	2.10
13	15.02	0.00
14	15.13	2.71
15	15.22	2.52
16	13.21	2.95
17	13.13	0.00
18	12.56	2.01
19	14.78	2.00
20	14.90	2.00
Total	284.31	37.00

$$\% \text{ allowances} = \frac{\text{total waktu allowances}}{\text{total waktu operasi}} = \frac{37.00}{284.31} = 13.01\%$$

$$\begin{aligned} W_b &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \\ &= 14.22 \times \frac{1}{1 - 0.1301} \\ &= 14.22 \times \frac{1}{0.8699} = 16.34 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan waktu baku untuk masing-masing proses. Adapun data mengenai % *allowance* pada proses *putty* dan *final selection* yang dapat dilihat pada lampiran 5. Untuk rekap data perhitungan waktu baku untuk masing-masing proses, dapat dilihat seperti Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Waktu Baku Pada Tiap Proses

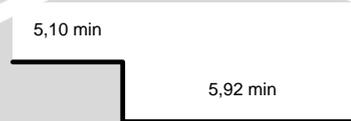
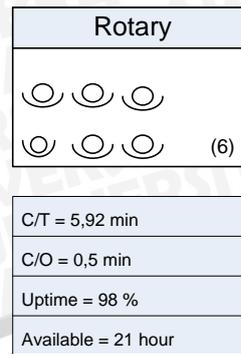
No.	Proses	Waktu siklus (menit)	Waktu normal (menit)	% <i>allowance</i>	Waktu baku (menit)
1	<i>Log cutting</i>	1.36	1.36	-	1.36
2	<i>Rotary</i>	5.92	5.92	-	5.92
3	<i>Dryer</i>	16.62	16.62	-	29.94
4	<i>Arranger</i>	14.22	14.22	13.01%	16.34
5	<i>Glue spreader</i>	13.90	13.90	-	13.90
6	<i>Cold press</i>	35.00	35.00	-	35.00
7	<i>Hot press</i>	7.00	7.00	-	7.00
8	<i>Putty</i>	113.17	113.17	3.82%	117.67
9	<i>Double saw</i>	17.70	17.70	-	17.70
10	<i>Sander</i>	3.81	3.81	-	3.81
11	<i>Final selection</i>	6.27	6.27	16.13%	7.48

4.3.1.4 Pembuatan Peta Kategori Proses

Pada perhitungan sebelumnya telah dilakukan perhitungan terhadap waktu baku masing-masing proses. Selanjutnya akan dibuat peta untuk setiap kategori proses dengan menggunakan data waktu standar tiap proses dan ditambah dengan data waktu lainnya seperti *changeover time*, *scrap*, *uptime*, serta data jumlah operator. Berikut adalah contoh pembuatan peta kategori proses *rotary*. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

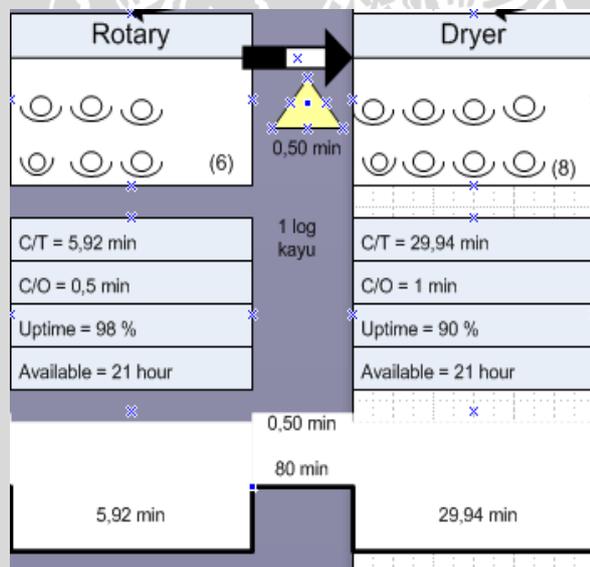
1. Meletakkan nama proses dibagian atas *process box*
2. Melengkapi *process box* dengan data waktu standar, *change over time*, *uptime*, *scrap*, dan jumlah operator
3. Memasukkan *lead time* proses sebagai *non value added time* di depan *process box* dan waktu standar sebagai *value added time* di bawah *process box*.

Berdasarkan langkah-langkah seperti yang telah dijelaskan diatas, maka adapun peta kategori proses *rotary* untuk pembuatan *plywood* disini dapat dilihat seperti Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Peta Kategori Proses Rotary

Gambar *current state map* di PT Kutai Timber Indonesia dapat dilihat di lampiran 4. Untuk peta kategori proses berikutnya adalah proses *dryer*, dimana pembuatan peta kategori prosesnya sama dengan langkah-langkah diatas. Kedua peta tersebut kemudian dihubungkan dengan tanda panah yang berarti perpidahan material ke proses selanjutnya dan dilengkapi dengan jumlah persediaan di antara kedua proses tersebut. Untuk lebih jelasnya maka dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 4.4. Peta Kategori Proses Rotary dan Dryer

4.3.1.5 Penggambaran *Current State Mapping*

Pada penggambaran *current state map* disini, setiap proses sepanjang *value stream* akan digabungkan dengan aliran material dan aliran informasinya sehingga menjadi satu kesatuan aliran dalam pabrik. Adapun penjelasan untuk aliran material dan aliran informasinya adalah sebagai berikut.

1. Aliran material

Aliran material ini akan menggambarkan pergerakan material utama dalam proses produksi di sepanjang *value stream*. Adapun material utama yang dipakai dalam pembuatan *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia disini adalah *log* kayu yang jenisnya disesuaikan dengan jenis produk yang akan dibuat. Kayu sebagai material utama pembuatan *plywood* ini diperoleh dari beberapa *supplier* yang telah memiliki ikatan kontrak dengan perusahaan. *Log* kayu ini datang tiap beberapa minggu sekali, selanjutnya *log* kayu ini akan di apungkan di laut yang letaknya tepat disebelah perusahaan ini. *Inventory log* kayu di air laut ini bertujuan agar kayu tersebut tetap dalam kondisi basah, tidak kering sehingga kandungan air didalam *log* kayu masih tetap terjaga dalam beberapa hari kedepan. Selanjutnya pada *inventory* awal ini akan dilakukan inspeksi untuk mengatur standart *log* kayu sesuai *quality control* yang dimiliki perusahaan. *Log* kayu yang telah diinspeksi selanjutnya akan dilakukan proses *cutting* untuk memotong *log* kayu dalam ukuran yang lebih kecil sesuai dengan ukuran dan jenis produk yang akan dibuat. Setelah proses *cutting* maka *log* kayu akan memasuki proses *rotary* untuk mengubah *log* kayu menjadi lembaran-lembaran kayu tipis, yang selanjutnya akan dimasukkan ke proses *dryer* untuk mengeringkan lembaran *core* tersebut. Lembaran *core* akan mengalami proses *arranger* untuk inspeksi *core* yang belum memenuhi standart serta untuk menentukan kualitas *plywood*. Selanjutnya *core* tersebut di lem, lalu di masukkan ke proses *cold press* dan *hot press* untuk merekatkan dan menyempurnakan pengeleman pada proses sebelumnya. Setelah itu lembaran *plywood* akan memasuki proses *putty* untuk didempul, lalu memasuki proses *double saw* untuk dipotong pada kedua sisinya. Setelah dilakukan proses pemotongan maka *plywood* akan memasuki proses *sander* dan terakhir akan diinspeksi dip roses *final selection*. *Plywood* yang telah jadi ini akan di *packing* lalu di kirim ke gudang sebagai tempat *inventory* sementara. Selanjutnya, *plywood* ini akan keluar untuk memenuhi permintaan dari *customer*.

2. Aliran informasi

Aliran informasi yang digunakan diperusahaan ini yaitu *manual information flow* yang merupakan aliran informasi yang terjadi secara manual. Aliran informasi disini terjadi antara bagian PPIC terhadap setiap proses yang berlangsung di lantai produksi. Jadwal produksi yang di berikan adalah jadwal kegiatan yang dikeluarkan setiap shift kerja, dimana jadwal ini telah mendapat penyesuaian dari jumlah bahan-

bahan yang masuk dan disesuaikan dengan besarnya tingkat permintaan yang ada. Untuk informasi lainnya, yang mengatur tentang pemesanan bahan baku dari *supplier*, kebutuhan informasi untuk proses produksinya, serta orderan dari *customer* akan diatur oleh manager produksi perusahaan.

Setelah semua informasi diperoleh, maka *current state map* dapat dibentuk tentunya dengan menempatkan semua aliran material dan aliran informasi yang ada di perusahaan. Adapun *current state map* produk *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia disini dapat dilihat pada lampiran 4.

Setelah *current state map* dilengkapi dengan aliran material dan aliran informasi, maka selanjutnya akan ditambahkan *lead time* proses produksi *plywood*. Waktu pada *lead time* disini dibedakan menjadi dua yaitu *lead time* produksi yang menunjukkan adanya *non value added time* dan waktu siklus atau waktu standar semua proses yang merupakan *value added time*. Dari *current state map* yang telah dibuat, maka kita bisa mengetahui besarnya *production lead time* dan *processing time* nya yaitu sebagai berikut.

- a. *Production lead time (PLT)* = 3042,8 min = 50,71 jam
- b. *Processing time (value added)* = 256,12 min = 4,27 jam

4.3.2 Analisa Current State Map

Current state map seperti yang telah digambarkan pada lampiran 4 akan dijadikan acuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi di sepanjang *value stream*. Sebelumnya akan dilakukan pengelompokan kegiatan yang termasuk *value added (VA)*, *non value added (NVA)*, dan *necessary but non value added (NBVA)*.

1. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dan bisa direduksi atau dihilangkan.
2. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tapi perlu dilakukan (*necessary but non-value added*).
3. Aktivitas yang memang memberikan nilai tambah (*value-added*).

Yaitu aktivitas produksi yang memberikan nilai tambah jika dikaitkan dengan perspektif pelanggan. Artinya, perubahan bahan baku menjadi produk jadi adalah sesuatu yang punya nilai bagi pelanggan karena produk tersebut punya fungsi atau bisa dimanfaatkan oleh pelanggan.

Pengelompokan aktivitas ini dilakukan sejak awal hingga akhir dari proses produksi. Adapun pengelompokan aktivitas tersebut dapat dilihat seperti Tabel 4.11.

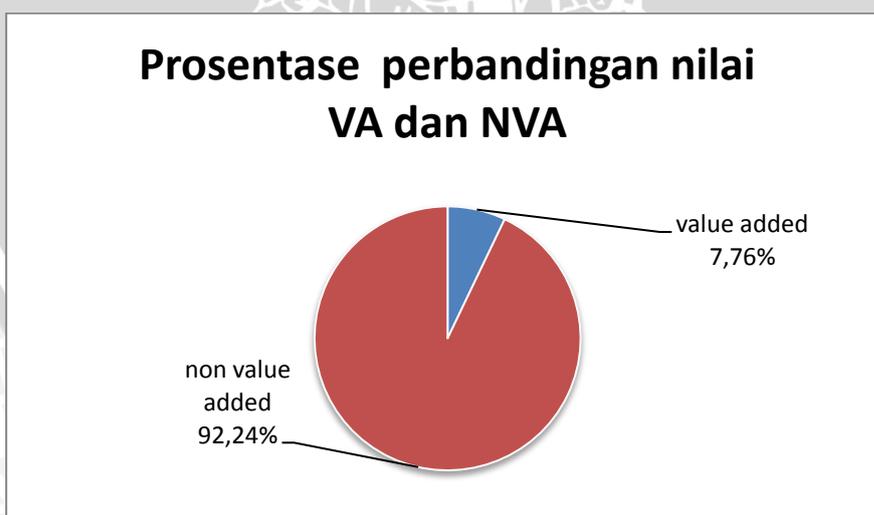
Tabel 4.11. Pengelompokan Aktivitas VA, NVA, dan NBVA

No.	Aktivitas	Waktu (menit)	Kategori
1	<i>Inventory</i> awal material <i>log</i> kayu yang datang dengan menaruhnya diatas permukaan laut	2880	NBVA
2	<i>Log</i> kayu di transfer ke <i>log cutting</i>	2,00	NVA
3	Proses <i>log cutting</i> untuk memotong <i>log</i> kayu	1,36	VA
4	<i>Log</i> kayu yang telah dipotong di transfer ke <i>rotary</i>	5,10	NVA
5	Proses <i>rotary</i> untuk mengubah <i>log</i> kayu menjadi lembaran <i>core</i>	5,92	VA
6	Gulungan lembaran <i>core</i> di transfer ke proses selanjutnya	0,50	NVA
7	Gulungan lembaran <i>core</i> menunggu untuk diproses di <i>dryer</i> sehingga menimbulkan WIP	80,00	NVA
8	Proses <i>dryer</i> untuk mengeringkan lembaran <i>core</i> sesuai standar yang telah ditentukan	29,94	VA
9	<i>Core</i> di transfer ke proses <i>arranger</i>	0,50	NVA
10	Proses <i>arranger</i> untuk melakukan proses <i>repair</i> , seperti penutupan lubang, bercak, dan noda pada <i>core</i> , serta menentukan kualitas <i>core</i> sesuai standar yang ada	16,34	VA
11	<i>Core</i> yang telah di inspeksi menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	18,00	NVA
12	<i>Core</i> di transfer ke proses <i>glue</i>	0,50	NVA
13	Proses <i>glue</i> untuk melakukan pengeleman terhadap <i>core</i> , <i>face</i> , dan <i>back</i> sehingga menghasilkan <i>plywood</i>	13,90	VA
14	1 <i>pallet plywood</i> ditransfer ke proses <i>cold press</i>	0,50	NVA
15	Proses <i>cold press</i> untuk memberikan tekanan pada <i>plywood</i> sehingga lebih merekatkan <i>core</i> , <i>face</i> , dan <i>back</i>	35,00	VA
16	1 <i>pallet plywood</i> diinspeksi dan menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	30,00	NBVA
17	1 <i>pallet plywood</i> di transfer ke proses <i>hot press</i>	0,50	NVA
18	Proses <i>hot press</i> untuk menyempurnakan proses <i>glue</i> sebelumnya	7,00	VA
19	1 <i>pallet plywood</i> menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	5,00	NVA
20	1 <i>pallet plywood</i> di transfer ke proses <i>putty</i>	0,50	NVA
21	Proses <i>putty</i> untuk melakukan pendempulan sekaligus inspeksi terhadap <i>plywood</i> yang mengalami <i>defect</i>	117,67	VA
22	1 <i>pallet plywood</i> menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	3,00	NVA
23	1 <i>pallet plywood</i> di transfer ke proses <i>double saw</i>	1,20	NVA

Tabel Lanjutan 4.11. Pengelompokan Aktivitas VA, NVA, dan NBVA

No.	Aktivitas	Waktu (menit)	Kategori
24	Proses <i>double saw</i> untuk melakukan pemotongan pada dua sisi <i>plywood</i> sesuai dengan ukuran jenis produk yang mau dibuat	17,70	VA
25	1 <i>pallet plywood</i> menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	3,00	NVA
26	1 <i>pallet plywood</i> di transfer ke proses <i>sander</i>	1,50	NVA
27	Proses <i>sander</i> untuk memberikan pelapisan pada <i>plywood</i> yang telah melewati proses potong	3,81	VA
28	1 <i>pallet plywood</i> menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	5,00	NVA
29	1 <i>pallet plywood</i> di transfer ke proses <i>final selection</i>	1,00	NVA
30	Proses <i>final selection</i> untuk melakukan inspeksi akhir terhadap <i>plywood</i>	7,48	VA
31	1 <i>pallet plywood</i> yang telah jadi , menunggu untuk di transfer ke proses selanjutnya	4,00	NVA
32	1 <i>pallet plywood</i> yang telah jadi di transfer ke gudang	3,00	NVA

Dari Tabel 4.11, maka kita bisa mengetahui bahwa untuk waktu yang termasuk *value added time* sebesar 256,12 menit, sedangkan untuk waktu yang termasuk *non value added time* adalah sebesar 3042,8 menit. Gambar 4.5 berikut adalah perbandingan antara waktu *value added time* dan *non value added time*.

Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Nilai VA dan NVA *time*

Dari Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa prosentase *value added time* hanya sebesar 7,76 % dari total waktu keseluruhan produksi yaitu 3298,92 menit. Nilai NVA yang terdapat di PT Kutai Timber Indonesia ini cenderung besar jika dibandingkan dengan

nilai *VA time* nya, oleh karena itu perlu untuk dilakukan identifikasi agar bisa mengurangi waktu total produksi sehingga waktu produksi dapat lebih cepat serta dapat meminimasi *waste* yang ada di lini produksi.

4.3.3 Identifikasi Pemborosan (*Waste*)

Pada identifikasi *waste* ini akan dilakukan analisis terhadap aktivitas-aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya pemborosan waktu sehingga *lead time* produksi menjadi lebih panjang. Analisis yang akan dilakukan untuk mengidentifikasi pemborosan disini merupakan analisis secara deskriptif yang dihasilkan dari hasil pengamatan secara langsung serta wawancara dengan pihak perusahaan. Adapun identifikasi pemborosan yang terdapat di PT Kutai Timber Indonesia disini adalah sebagai berikut.

1. Produksi yang berlebih (*overproduction*)

Pada perusahaan ini jumlah *output* produk yang dihasilkan tidak pernah mengalami *overproduction* dalam jumlah yang besar. Jumlah *plywood* yang dihasilkan memang ada yang kadang mengalami lebih dari jumlah yang ditargetkan, namun kelebihan ini hanya toleransi saja. Perusahaan ini memiliki ketetapan yang telah disepakati bahwa dalam melakukan proses produksi maka *output*nya nanti diperbolehkan kurang dari atau pun lebih dari 10% dari jumlah *output* yang telah ditargetkan. Apabila perusahaan ini mengalami kelebihan jumlah *output* produk, biasanya hanya lebih sekitar $< 10\%$ aja. Selanjutnya kelebihan jumlah *output* 10% ini tidak di *inventory*, melainkan diberikan ke *customer* yang telah melakukan pemesanan sesuai jumlah orderannya. Sehingga perusahaan ini tidak memiliki jenis *waste overproduction*.

2. Waktu menunggu (*waiting time*)

Untuk jenis *waste waiting time*, pada perusahaan ini ditemukan pada beberapa proses produksinya yang menyebabkan bertambahnya waktu *production lead time*. *Waiting time* disini rata-rata keseluruhan mempunyai nilai yang lebih besar dari waktu yang diperlukan untuk transportasinya. Adapun *waste waiting time* yang teridentifikasi dalam pembuatan produk *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia disini adalah sebagai berikut.

- a. *Core* yang memasuki proses *arranger* mengalami *waiting time* karena lembar ini menunggu komponen penyusunnya yaitu *face* dan *back* yang waktu proses

nya cenderung lebih lama dengan mesin *dryer* yang jumlahnya terbatas. Sehingga material mengalami *waiting time*.

- b. 1 *pallet plywood* yang telah diproses di *hot press* mengalami *waiting time* untuk di transfer ke proses *putty*, karena pada saat dilakukan *hot press plywood* memang harus di diamkan sejenak sebelum memasuki proses pendempulan.
- c. 1 *pallet plywood* yang telah melewati proses *putty* menunggu untuk di transfer ke proses *double saw*, pada proses transfer disini dilakukan sejumlah 1 *pallet* dalam sekali transfer.
- d. 1 *pallet plywood* yang telah melewati proses *double saw* menunggu untuk di transfer ke proses *sander*, pada proses transfer disini juga dilakukan dalam jumlah 1 *pallet* sekali transfer.
- e. 1 *pallet plywood* yang telah melewati proses *sander* menunggu untuk di transfer ke proses *final selection* untuk di inspeksi akhir, *plywood* yang telah dilakukan proses *sander* harus didiamkan beberapa menit terlebih dahulu.
- f. 1 *pallet plywood* yang telah jadi menunggu untuk di transfer ke gudang, waktu *waiting time* disini sangat kecil, dan disebabkan karena masih menunggu alat *material handling* yang akan melakukan pengangkutan

Adapun besarnya waktu pada masing-masing *waste waiting time* tersebut yang bisa dilihat di Tabel 4.11 yang ada di sub bab sebelumnya. Dari tabel tersebut, kita bisa mengetahui bahwa *waiting time* terbesar ada pada aktivitas pentransferan *core* dari proses *arranger* ke proses *glue*. *Waiting time* saat *core* mau memasuki proses *arranger* ini adalah 18 menit, dimana waktu 18 menit ini lebih besar jika dibandingkan dengan *waiting time* yang terjadi diproses lainnya yang rata-ratanya adalah 5 menit. Sehingga *waiting time* di proses yang akan memasuki proses *glue* ini harus diidentifikasi terlebih dulu agar diketahui penyebabnya yang harapannya bisa mengurangi jenis *waste* tersebut.

3. Transportasi (*transportation*)

Pada proses pembuatan *plywood* ini tidak ditemukan jenis *waste transportation*. Semua jenis transportasi yang digunakan dalam *material handling* baik dalam pemindahan dan pengangkutan materialnya sudah digunakan sesuai dengan standarnya, sehingga tidak ada proses transportasi yang tidak efisien.

4. Proses yang berlebih (*overprocessing*)

Pada proses pembuatan *plywood* ini tidak ditemukan proses yang berlebih atau *overprocessing*. Semua proses produksi yang ada termasuk *value added time*,

sehingga tidak ditemukan adanya pengulangan proses yang dirasa kurang penting ataupun pemborosan proses yang tidak menghasilkan nilai tambah.

5. Persediaan yang berlebih (*inventory*)

Pada proses pembuatan *plywood* ini tidak terjadi jenis *waste inventory* dalam bentuk material bahan baku maupun produk jadi. Pada awal proses *log* kayu sebagai material utama pembuatan *plywood* ini dilakukan *inventory* di laut dengan cara diapungkan. Pada proses *inventory* ini tidak menghabiskan biaya penyimpanan untuk perusahaan sendiri, karena material yang disimpan ditempatkan di laut. Sedangkan untuk produk jadinya, *plywood* tidak menghabiskan waktu yang sangat lama untuk disimpan di gudang. *Plywood* yang telah diproduksi ini bisa saja dikirim langsung ke *customer* dan bisa juga di*inventory* hanya selama 2 hari untuk menunggu dikirim ke *customer* karena pengiriman disini menggunakan transportasi laut. Terkait dengan jumlah produk yang berlebih, perusahaan ini menghasilkan produknya sesuai dengan targetan permintaan dari *customer*, dan apabila terjadi kelebihan *output* biasanya hanya terjadi $< 10\%$ saja. Kelebihan *output* ini, selanjutnya tidak disimpan digudang melainkan diberikan kepada *customer* yang telah melakukan pemesanan. Sehingga untuk persediaan berlebih tidak terjadi di perusahaan ini.

Tetapi pada proses produksinya, *unnecessary inventory* ditemukan dilini produksi lembaran *core* yang akan memasuki proses *dryer*. Seperti data waktu VA, NBVA, dan VA yang ada di Tabel 4.11 diatas, maka kita bisa mengetahui bahwa pada proses produksi pembuatan *plywood* ini terdapat waktu antrian atau WIP yang sangat lama yaitu terdapat pada proses yang mau memasuki mesin *dryer*. Pada WIP *time* ini, waktu antrian mencapai 80 menit. Antrian ini disebabkan karena lembar *core* yang diproses di mesin *dryer* memerlukan waktu proses yang lebih lama, sehingga menimbulkan penumpukan atau antrian material yang akan memasuki mesin *dryer*.

6. Gerakan yang tidak perlu (*motion*)

Pada proses pembuatan *plywood* ini, tidak terjadi jenis *waste motion*. Semua pekerja yang ada di bagian produksi melakukan gerakan kerjanya sesuai dengan standart sebagaimana mestinya. Tidak teridentifikasi adanya gerakan-gerakan yang tidak diperlukan yang dapat menyebabkan pemborosan dalam lini produksi. Sehingga tidak ada pemborosan gerakan yang tidak perlu pada pembuatan produk *plywood* ini.

7. Produk cacat (*product defect*)

Pada proses pembuatan *plywood* ini banyak ditemukan jenis produk cacat, diantaranya adalah pecah diluar standar, *core* kasar, *press mark*, *over lapped*, dan *repair*. Untuk data mengenai jumlah dan presentase jenis produk cacat ini dapat dilihat seperti Tabel 4.3 diatas. Dari jumlah jenis produk cacat seperti yang ada di tabel tersebut maka kita bisa melihat diagram paretonya seperti Gambar 4.1. Sesuai dengan aturan pareto 80-20 tersebut, maka diperoleh dua jenis kegagalan produk yang berada dibawah 80%, yaitu jenis kegagalan produk pecah diluar standar, dan *core* kasar. Adapun penjelasan dari kedua jenis produk *defect* disini adalah sebagai berikut.

- a. Pecah diluar standar, pada jenis *defect* ini serat *plywood* pecah dan terpisah menembus ketebalan venir diluar standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Penyebab dari pecahnya venir disini bisa saja berasal dari memang adanya pecahan pada material bahan baku atau *log* kayu nya sendiri. Tetapi faktor utama yang menyebabkan pecahnya *plywood* disini adalah karena proses *material handling* yang kurang hati-hati sehingga menyebabkan *defect*. Selain itu, penyebab lain yang menyebabkan *defect* disini adalah proses *repair* yang kurang sempurna. Menurut informasi yang didapatkan dari *value stream manager* di perusahaan ini, adapun pengaruhnya terhadap mutu menurut SNI yaitu produk ini tidak bisa dimasukkan ke produk *plywood* dengan kualitas A, tapi di perkenankan untuk dimasukkan di mutu B, C, ataupun D.
- b. *Core* kasar, yaitu salah satu jenis *defect* pada *plywood* dimana keadaan *core* tidak rata pada permukaannya atau tingkat kekasarannya lumayan tinggi. Penyebab utama dari *defect* disini adalah karena pengaruh pisau potong yang sudah tidak tajam lagi, dan tidak dilakukan penggantian pada saat sudah seharusnya dilakukan pergantian. Terkait dengan SNI yang mengatur mutu produk, sama halnya dengan jenis produk *defect* pecah diluar standar seperti yang telah dijelaskan diatas, jenis *defect core* kasar ini juga tidak diperkenankan masuk kualitas produk A, dan hanya bisa masuk kualitas B, C ataupun D.

4.3.4 Penentuan Akar Permasalahan

Setelah dilakukan penggambaran *value stream mapping*, lalu dilakukan analisa hasil pengamatan dan diskusi dengan *value stream manager* mengenai seluruh aktivitas disepanjang *value stream*, ternyata kita bisa mengetahui bahwa masih ada *waste* atau pemborosan di perusahaan ini. *Waste* yang teridentifikasi yaitu adanya produk *defect*, *waiting time*, serta adanya *unnecessary inventory* berupa WIP atau antrian material yang akan memasuki proses. Adanya pemborosan ini perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadinya serta mengetahui akar permasalahan utamanya, sehingga digunakan *tool cause effecty diagram* atau *fishbone* diagram untuk mengetahui apa saja yang menjadipenyebab kecacatan pada produk tersebut. Adapun penjelasan lebih lanjut dari *cause effect diagram* disini adalah sebagai berikut.

1. *Waiting time*

Berdasarkan identifikasi *waste* yang telah dilakukan sebelumnya, maka kita bisa mengetahui bahwa salah satu jenis *waste* yang teridentifikasi di lini produksi pembuatan *plywood* disini adalah adanya *waiting time*. Terdapat 6 bentuk *waiting time* pada lini produksi yang masing-masing waktunya dapat kita ketahui seperti di Tabel 4.11. pengelompokan aktivitas VA, NVA, dan NBVA. Bentuk *waiting time* yang waktunya lumayan besar jika dibandingkan dengan yang lainnya, adalah *waiting time* yang terjadi saat lembaran *core* keluar dari proses *arranger* dan akan memasuki proses *glue*. Pada proses ini, lembaran *core* menunggu sekitar 18 menit untuk memasuki proses *glue*. Setelah dilakukan identifikasi, maka adapun faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya jenis *waste waiting time* disini dapat dilihat seperti penjelasan *cause effect* diagram berikut.

a. Mesin dan peralatan

Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya *waste waiting time core* yang akan memasuki proses *glue* disini adalah mesin dan peralatan. *Core* yang akan di transfer ke proses *glue* harus bersamaan dengan komponen penyusun *plywood* lainnya yaitu *face* dan *back*. *Face* dan *back* ini di produksi oleh mesin yang berbeda dengan mesin yang memproduksi *core* yang ada di stasiun kerja lainnya. Jarak antar stasiun kerja ini tidak begitu jauh, namun pada prosesnya pembuatan *face* dan *back* membutuhkan selisih waktu yang sedikit lebih lama jika dibandingkan dengan pembuatan *core*. Hal tersebut disebabkan karena *face* dan *back* ini punya ketebalan yang berbeda dengan *core*. *Face* dan *back* memiliki bentuk fisik yang lebih tipis jika dibandingkan dengan *core*, sehingga

cycle time nya sedikit lebih lama baik dalam proses *rotary*, *dryer*, maupun *arranger* nya. Selain itu, faktor utama yang menyebabkan lamanya selisih waktu diantara proses produksi ketiga komponen serta adanya *waiting time* disini adalah karena kurangnya jumlah mesin *dryer* di masing-masing stasiun kerja. Proses di mesin *dryer* mempunyai waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan waktu *rotary* di proses sebelumnya, sehingga kurangnya mesin *dryer* ini menimbulkan antrian material yang akan memasuki proses tersebut. Adanya antrian ini tentunya juga akan menambah waktu proses pengerjaan *face*, *core*, maupun *back*, sehingga material *core* yang akan dikirimkan ke proses *glue* mengalami *waiting time* untuk menunggu material *face*, dan *back* selesai diproses.

b. Metode kerja

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, *face*, *back* dan *core* ini akan di transfer ke proses *glue* secara bersama-sama. Namun, *face*, *back*, dan *core* ini dihasilkan oleh stasiun kerja yang berbeda dimana dalam prosesnya akan tetap membutuhkan waktu transportasi sekalipun jarak antar stasiun kerjanya berdekatan. Waktu menunggu datangnya *face* dan *back* inilah yang juga menyebabkan *core* mengalami *waiting time* saat akan di transfer ke proses *glue*.

c. Lingkungan kerja

Lingkungan kerja yang ada di perusahaan ini lumayan panas. Faktor lingkungan ini akan mempengaruhi kinerja dari karyawan. Dalam proses ini, karyawan melakukan proses pemindahan material dari stasiun kerja sebelahnya, yang tentunya dalam proses yang berulang-ulang, sehingga suhu lingkungan disini secara tidak langsung juga akan mempengaruhi kinerja karyawan untuk kecepatan pemindahan material yang dapat menyebabkan potensi terjadinya *waiting time*.

d. Material

Log kayu sebagai material penyusun *plywood* ini memiliki kualitas yang berbeda antara kualitas *log* kayu untuk *core*, *face*, dan *back*. Pada dasarnya kualitas *log* kayu untuk *face* dan *back* lebih bagus dari pada kualitas *log* kayu untuk *core*. Hal ini disebabkan *face* dan *back* dipakai pada lapisan terluar struktur susunan *plywood*. *Face* dan *back* diperlukan lebih tipis dari *core*, oleh karena itu kualitas *log* kayunya pun menggunakan yang lebih bagus agar pada saat melewati proses *rotary*, lembaran *face* dan *back* ini tidak mudah pecah

dengan bentuknya yang lebih tipis. Penyayatan *log* kayu menjadi bentuk yang lebih tipis serta dengan adanya jumlah mesin yang kurang mencukupi inilah yang akan menambah waktu proses pengerjaan *face* dan *back*, sehingga menghasilkan sedikit selisih waktu dengan pembuatan *core*, serta menyebabkan *core* mengalami *waiting time* untuk memasuki proses *glue* secara bersama-sama dengan *face* dan *back*.

e. Manusia

Faktor manusia hanya memiliki pengaruh kecil pada terjadinya *waiting time* disini. Karyawan memiliki kekuatan fisik yang berbeda-beda, yang tentunya mempengaruhi kecepatan pemindahan material lpenyusun yang berasal dari stasiun kerja sebelahny, sehingga juga mempengaruhi potensi penyebab terjadinya *waiting time*.

Adapun gambar *fishbone* diagram untuk *waste waiting time core* yang akan memasuki proses *glue* disini dapat dilihat seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Fishbone Diagram Waste Waiting Time

Berdasarkan Gambar 4.6, kita bisa mengetahui bahwa yang mempengaruhi *waiting time* disini antara lain adalah waktu proses pembuatan *face* dan *back* yang berbeda dengan *core*, dibutuhkannya transportasi dari stasiun kerja lain, serta perbedaan material penyusun *face*, *back* dan *core* nya. Terkait dengan mesin dan peralatan yang digunakan, pembuatan *face*, *back* dan *core* ini memiliki selisih waktu proses, yang tentunya mempengaruhi terjadinya *waiting time*. Selisih waktu proses diantara ketiga komponen ini disebabkan karena perbedaan ketebalan diantara ketiganya, serta kurangnya mesin *dryer* yang ada di masing-masing stasiun kerjanya sehingga menghasilkan selisih waktu proses yang agak lama. Apabila jumlah mesin *dryer* pada masing-masing stasiun kerja ini bisa mencukupi, maka tentunya akan

mengurangi selisih waktu proses pembuatan antara *face*, *back*, dan *core* sehingga *waiting time* pun bisa dikurangi. Oleh karena itu, kurangnya jumlah mesin *dryer* dan adanya waktu transportasi disini akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

2. *Unnecessary inventory*

Untuk jenis *waste unnecessary inventory* disini, ditemukan pada lini produksi untuk pembuatan produk jenis *plywood*. Bentuk jenis waste disini bukan berupa *inventory* material bahan baku maupun produk yang telah jadi, melainkan adanya antrian yang menimbulkan *work in process* (WIP). WIP ini terjadi pada saat material keluar keluar dari proses *rotary* dan akan memasuki proses *dryer*. Adapun faktor yang menyebabkan terjadinya *waste WIP* disini dapat dilihat seperti penjelasan *cause effect* diagram berikut.

a. Mesin dan peralatan

Log kayu yang telah melewati proses *rotary*, selanjutnya akan dimasukkan ke proses *dryer*, lalu *arranger*, *glue* dst. Dari urutan proses tersebut, terdapat antrian lembar *core* yang akan memasuki proses *dryer*. Hal tersebut disebabkan karena proses *dryer* waktunya lebih lama jika dibandingkan dengan proses sebelumnya. Proses *dryer* disini merupakan proses pengeringan lembar *core* sampai tingkat suhu tertentu sesuai standart dari perusahaan, sehingga prosesnya lebih lama dari proses sebelumnya yang merupakan proses penyayatan *log* kayu menjadi lembaran *core*. Dengan adanya waktu proses yang lebih lama, serta kurangnya jumlah mesin *dryer* yang ada, maka menyebabkan antrian atau WIP di proses ini.

b. Metode kerja

Salah satu penyebab adanya antrian disini adalah metode kerja, yaitu berhubungan dengan proses yang terjadi. Pada proses *dryer* ini, waktu pengerjaannya lebih lama dari proses sebelumnya karena pada proses ini terjadi pengeringan *log* kayu hingga tingkat kekeringan tertentu. Tingkat kebasahan yang dimiliki kayu pun berbeda-beda antara kayu yang satu dengan yang lainnya. Sehingga lamanya proses ini dapat menyebabkan material mengalami antrian.

c. Lingkungan kerja

Faktor lingkungan hanya mempunyai pengaruh yang kecil terhadap terjadinya WIP. Lingkungan kerja yang agak panas tentunya juga akan mempengaruhi kinerja karyawan yang ada di proses *dryer* ini.

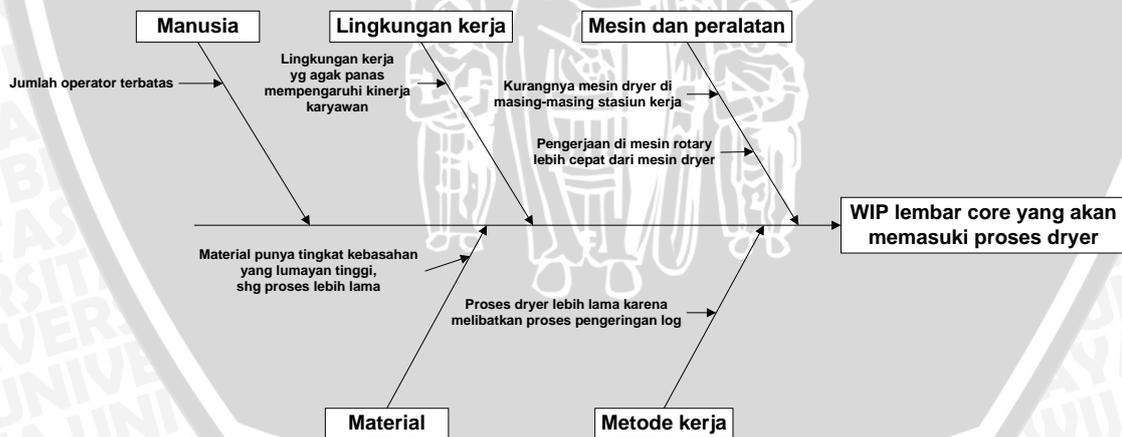
d. Material

Terkait dengan lamanya waktu proses yang dialami oleh material sehingga menyebabkan adanya WIP disini, tentunya jenis dan kualitas material itu sendiri akan mempengaruhi cepat lambatnya dalam proses pengeringan ini. Material yang memiliki tingkat kebasahan tinggi tentunya waktu proses nya akan lebih lama, sehingga secara tidak langsung jenis material disini juga akan mempengaruhi terjadinya WIP di perusahaan.

e. Manusia

Dalam proses *dryer* ini, jumlah karyawan juga berpengaruh terhadap terjadinya antrian. Apabila jumlah operator terbatas, maka proses yang akan dilakukan pun akan membutuhkan waktu yang lebih lama lagi. Namun faktor ini hanya memiliki pengaruh yang kecil terhadap terjadinya *waste unnecessary inventory* disini.

Adapun gambar *fishbone* diagram untuk *waste unnecessary inventory* berupa WIP disini dapat dilihat seperti Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Fishbone Diagram Waste Unnecessary Inventory

Dari Gambar 4.7 *fishbone* diagram, kita bisa mengetahui bahwa faktor yang menyebabkan terjadinya *waste unnecessary inventory* disini adalah mesin dan peralatan hubungannya dengan kurangnya kapasitas atau jumlah mesin saat

melewati proses *dryer*. Penyebab ini selanjutnya akan dibahas lebih lanjut guna memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

3. Produk *defect*

Terdapat beberapa produk *defect* dalam pembuatan *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia ini, antara lain seperti pecah diluar standart, *core* kasar, *press mark*, *over lapped*, dan *repair*. Adapun jumlah dan prosentase kegagalan dari masing-masing jenis produk *defect* ini bisa dilihat di tabel 4.3. Setelah dilakukan perhitungan persen kumulatif dan disajikan dengan diagram pareto, maka sesuai dengan aturan pareto 80-20 lalu didapatkan 2 jenis kegagalan yang berada dibawah 20%. Selanjutnya untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya produk *defect* ini maka dapat dilihat seperti penjelasan *cause effect diagram* seperti berikut.

a. Pecah diluar standart

Jenis produk *defect* ini mempunyai jumlah yang paling tinggi diantara ke lima jenis *defect* lainnya. Berikut adalah faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *defect* pecah diluar standart.

1) Mesin dan peralatan

Salah satu faktor yang menyebabkan pecahnya lembaran *core* diluar standart adalah adanya proses pengeringan di mesin *dryer* yang kurang sempurna. Menurut informasi yang didapatkan dari *value stream manager* perusahaan, *log* kayu yang menjadi material utama pembuatan *core* memiliki tingkat kebasahan yang berbeda beda tergantung kualitas dan jenis *log* kayu yang digunakan. Apabila jenis *log* kayu yang diproses memiliki tingkat kebasahan rendah, serta setting mesin *dryer* kurang sempurna maka akan menyebabkan *core* tersebut mengalami sedikit retakan yang kemudian bisa menjadi awal potensi terjadinya pecahan.

2) Metode kerja

Faktor utama yang menyebabkan pecahnya *core* disini adalah disebabkan karena tertekannya *core* oleh tekanan yang cukup keras. Tekanan ini bisa saja didapatkan saat *core* dalam proses *material handling*. Proses *material handling* yang kurang hati-hati dapat menyebabkan *core* ini pecah. Adapun proses-proses *manual material handling* yang menyebabkan pecahnya *plywood* disini seperti proses awal pemindahan ke *material handling* yang kurang hati-hati, tertindih nya *plywood* dengan *plywood* lain yang terlalu berat, jatuhnya *pallet plywood* saat pengangkutan berlangsung, dan

pecahnya *plywood* akibat dorongan yang diberikan pekerja saat proses pemindahan.. Selain itu pecahnya *core* diluar standart juga bisa disebabkan karena kurangnya proses inspeksi dari karyawan terhadap sedikit pecahan atau retakan yang ada pada *plywood*.

3) Lingkungan kerja

Lingkungan kerja sangat penting guna mempengaruhi kinerja karyawan dan secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi terjadinya produk *defect*. Lingkungan kerja yang ada di perusahaan ini lumayan panas, apabila suhu udara di lingkungan kerja naik maka potensi karyawan untuk melakukan kekeliruan atau *human error* pun juga akan meningkat. Sehingga lingkungan kerja yang cukup panas tersebut sedikit banyak juga akan mempengaruhi terjadinya jenis produk *defect* ini.

4) Material

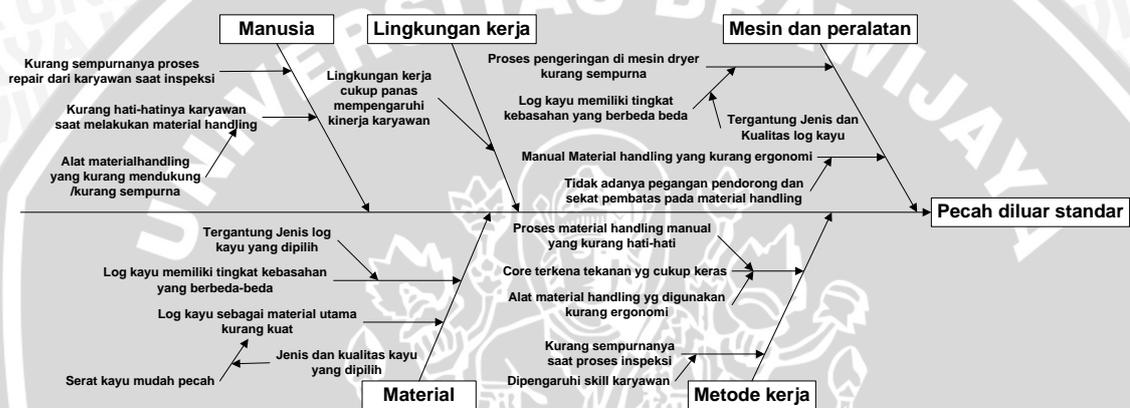
Selain faktor-faktor diatas, yang tidak kalah penting adalah kekuatan dari material atau *log* kayu itu sendiri. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, *log* kayu memiliki tingkat kebasahan yang berbeda-beda sesuai dengan kualitas dan jenisnya yang nantinya akan berpengaruh saat melewati proses *rotary* dan *dryer*. Kekuatan *log* kayu juga sangat menentukan kuat tidaknya serat kayu yang dimilikinya. Apabila *log* kayu yang digunakan cenderung rapuh maka serat kayu saat telah menjadi lembaran *core* pun juga akan rapuh dan mudah pecah. Oleh karena itu kualitas dari material ini sendiri menjadi salah satu penyebab penting terhadap terjadinya jenis *defect* pecahnya *core* diluar standart.

5) Manusia

Begitu banyak faktor-faktor yang menyebabkan pecahnya *core* diluar standar disini, manusia pun yang menjadi karyawan dan menjalankan pekerjaan manual di dalamnya juga dapat menyebabkan pecahnya *core* diluar standart. Setelah melewati proses *dryer*, *core* ini akan mengalami proses *repair*. Dalam proses *repair* ini, *core* yang mempunyai lubang, sobekan kecil, noda, bekas mata kayu, warna yang tidak sesuai dll, akan di *repair* guna menghilangkan kekurangan-kekurangan ini tadi yang tentunya akan disesuaikan dengan standart yang ada. Proses *repair* yang kurang sempurna dapat menyebabkan mudah pecahnya cacat-cacat kecil tadi apabila terkena tekanan, sentuhan yang agak keras dll. Faktor manusia yang

perlu diperhatikan adalah kurang hati-hatinya karyawan dalam melakukan proses manual *material handling*. Apabila *plywood* ini terkena tekanan yang cukup keras, kena dorongan yang kuat, dan terkena tumbukan dengan alat *material handling* cukup keras maka akan menyebabkan *plywood* ini pecah. Oleh karena itu alat *material handling* yang mendukung tentunya juga dibutuhkan agar bisa meminimasi kesalahan dari karyawan yang melakukan proses *material handling*nya.

Adapun gambar *fishbone* diagram yang menggambarkan faktor penyebab terjadinya *waste* jenis produk *defect* pecah diluar standart yang dapat dilihat seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Fishbone* Diagram *Waste* Produk *Defect* Jenis Pecah Diluar Standar

Dari Gambar 4.8 *fishbone* diagram, kita bisa mengetahui bahwa faktor yang sangat berpengaruh terhadap potensi terjadinya produk *defect* disini adalah proses *manual material handling* nya yang kurang ergonomi, serta kurang sempurnanya proses *repair* yang dilakukan. Selanjutnya faktor penyebab utama tersebut akan dibahas lebih lanjut guna memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

b. *Core* kasar

Produk *defect* untuk jenis *core* kasar dalam pembuatan *plywood* ini juga memiliki jumlah dan prosentase yang cukup besar. Berikut adalah faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya produk *defect* *core* kasar.

1) Mesin dan peralatan

Salah satu penyebab terjadinya *core* yang kasar adalah kurang sempurnanya proses *rotary*. Proses *rotary* disini merupakan proses penyayatan yang mengubah *log* kayu menjadi lembaran *core*. Pada mesin *rotary* ini menggunakan peralatan seperti pisau khusus sebagai alat penyayat nya.

Sebelum dilakukan putaran penyayatan, awalnya dilakukan pencarian titik senter dari kayu itu sendiri. Setelah ditemukan, titik senter kayu tersebut selanjutnya dijadikan titik poros lalu putaran penyayatan pun dilakukan. Ketejaman pisau penyayat sangat berpengaruh terhadap kasar tidaknya lembar *core* yang dihasilkan. Apabila periode pergantian pisau terlalu lama dan melebihi batas umur produktifitasnya, maka *output* yang dihasilkan akan kurang sempurna dan dapat menimbulkan *defect* seperti kasarnya *core* yang dihasilkan. Oleh karena itu, periode pemakaian pisau penyayat serta pengawasan akan perawatan pisau ini akan sangat penting yang tentunya akan mempengaruhi terjadinya produk *defect* jenis *core* kasar disini.

2) Metode kerja

Core kasar dapat disebabkan karena kurang sempurnanya proses *rotary* yang berlangsung, sehingga tingkat kekasaran permukaan *core* tidak sesuai standar yang ada. Proses *rotary* yang kurang sempurna disini dapat disebabkan oleh adanya *tools* mesin yang rusak, maupun disebabkan karena setting mesin yang kurang sempurna sehingga menyebabkan material mengalami *defect*.

3) Lingkungan kerja

Lingkungan kerja tempat dimana material kayu sebagai bahan baku disimpan akan menentukan tingkat kebasahan yang dimiliki oleh material, sehingga apabila material disini tingkat kebasahannya terlalu kecil maka juga akan menyebabkan kasarnya permukaan *core* yang dihasilkan.

4) Material

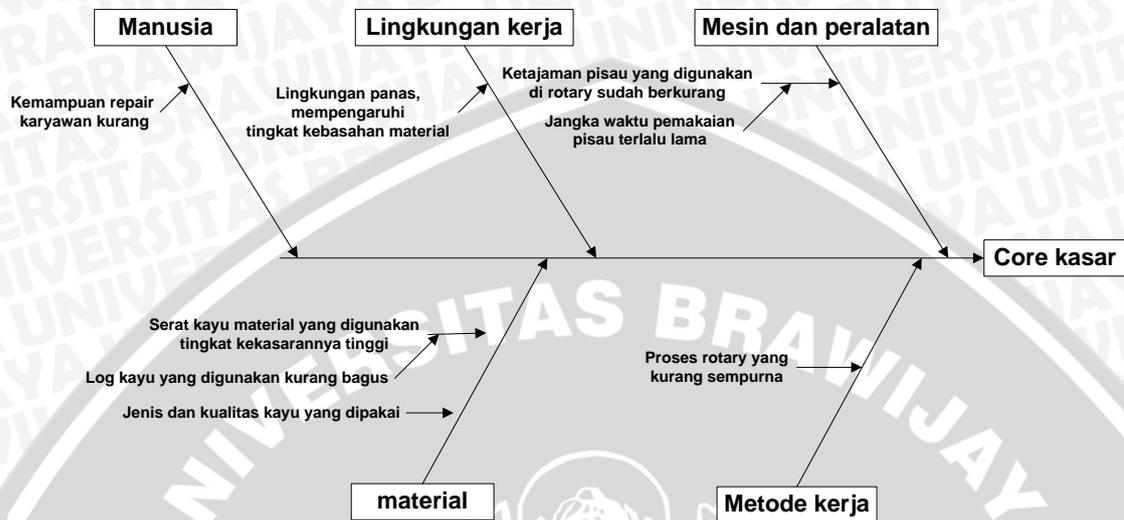
Setelah dilakukan pencarian akar permasalahan dari produk *defect* ini, yang menjadi penyebab utama dari *core* kasar disini adalah kualitas dan jenis material *log* kayu yang digunakan. Seperti yang kita ketahui, berbeda jenis kayu maka akan berbeda juga tingkat kekasaran yang dimiliki serat kayunya. Ketika *log* kayu yang digunakan memiliki kualitas kayu yang kurang bagus, maka lembaran *core* yang dihasilkan pun nantinya akan kurang bagus pula dan bisa menyebabkan produk *defect* seperti jenis *core* kasar tersebut.

5) Manusia

Faktor manusia juga akan mempengaruhi dihasilkannya *core* kasar pada produk *plywood*. Apabila karyawan yang melakukan repair kurang

sempurna, maka *core* yang dihasilkan pun akan mempunyai tingkat kekasaran yang agak tinggi.

Adapun gambar *fishbone* diagram yang menjelaskan faktor penyebab produk *defect core* kasar disini dapat dilihat seperti Gambar 4.9.



Gambar 4.9. *fishbone* diagram waste produk defect *core* kasar

Dari Gambar 4.9 *fishbone* diagram diatas, kita bisa mngetahui bahwa akar permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya produk *defect core* kasar disini adalah dari faktor mesin dan peralatannya terkait dengan pergantian pisau yang semestinya dilakukan. Oleh karena itu, faktor penyebab ini selanjutnya akan dibahas lebih lanjut untuk memfokuskan pemberian usulan perbaikan.

4.3.5 Penentuan *Takt Time*

Takt time adalah seberapa sering seharusnya suatu produk diproduksi dalam sehari untuk memenuhi permintaan pelanggan. Sesuai dengan data yang diperoleh dari PT Kutai Timber Indonesia, jumlah permintaan akan produk jenis *plywood* ukuran 9 x 1220 x 2440 mm ini memiliki rata-rata 11.400 m³ tiap bulannya. Dalam 1 bulan terdapa 30 hari kerja sehingga permintaannya 380 m³ /hari. Pada perusahaan ini terdapat 4 stasiun kerja sehingga 1 stasiun kerjanya adalah 95 m³ /hari yaitu sekitar 38 *pallet* /hari. Untuk jam kerja yang tersedia (*available time*) di perusahaan ini yaitu 21 jam /hari yaitu 1260 menit /hari setelah dikurangi dengan waktu istirahat dan pergantian shift. Perhitungan *takt time* dilakukan pada setiap proses dimulai dari proses yang paling akhir yaitu *final selection*. Adapun perhitungan dari *takt time* disini adalah sebahai berikut.

1. *Final selection*

$$Uptime = 95\% \quad ; \quad scrap = 0,01\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 38 \text{ pallet/hari} : 95\%(1 - 0,01\%) \\ &= 40 \text{ pallet/hari (pembulatan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{40} \\ &= 31,5 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

Selanjutnya, *customer rate per day* pada *finishing* akan menjadi dasar perhitungan *customer demand rate* pada proses sebelumnya, yaitu pada proses *sander*. Sedangkan *customer rate per day* pada proses *sander* akan menjadi dasar perhitungan *customer demand rate* pada proses *double saw*, begitu seterusnya.

2. *Sander*

$$Uptime = 98\% \quad ; \quad scrap = 0,40\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 40 \text{ pallet/hari} : 95\%(1 - 0,40\%) \\ &= 40 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{40} \\ &= 31,5 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

3. Double saw

$$\text{Uptime} = 98\% \quad ; \text{scrap} = 0,05\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 40 \text{ pallet/hari} : 98\%(1- 0,05\%) \\ &= 40 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{40} \\ &= 31,5 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

4. Putty

$$\text{Uptime} = 95\% \quad ; \text{scrap} = 0,05\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 40 \text{ pallet/hari} : 95\%(1- 0,05\%) \\ &= 42 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{42} \\ &= 30 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

5. Hot press

$$\text{Uptime} = 98\% \quad ; \text{scrap} = 0,59\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 42 \text{ pallet/hari} : 98\%(1- 0,59\%) \\ &= 43 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{43} \\ &= 29,3 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

6. Cold press

$$\text{Uptime} = 98\% \quad ; \text{scrap} = 0,01\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 43 \text{ pallet/hari} : 98\%(1- 0,01\%) \\ &= 43 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{43} \\ &= 29,3 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

7. *Glue*

$$Uptime = 98\% \quad ; \quad scrap = 0,01\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 43 \text{ pallet/hari} : 98\%(1- 0,01\%) \\ &= 43 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{43} \\ &= 29,3 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

8. *Arranger*

$$Uptime = 95\% \quad ; \quad scrap = 1,55\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 43 \text{ pallet/hari} : 95\%(1- 1,55\%) \\ &= 45 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{45} \\ &= 28 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

9. *Dryer*

$$Uptime = 90\% \quad ; \quad scrap = 0,58\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 45 \text{ pallet/hari} : 90\%(1- 0,58\%) \\ &= 50 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{50} \\ &= 25,2 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

10. *Rotary*

$$Uptime = 98\% \quad ; \quad scrap = 0,01\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 50 \text{ pallet/hari} : 98\%(1- 0,01\%) \\ &= 51 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{51} \\ &= 24,7 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

11. *Log cutting*

$$Uptime = 99\% \quad ; \quad scrap = 0\%$$

$$\begin{aligned} \text{Customer demand rate per day} &= 51 \text{ pallet/hari} : 95\% (1-0\%) \\ &= 51 \text{ pallet/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Takt time} &= \frac{\text{available working time per day}}{\text{customer demand rate per day}} \\ &= \frac{1260}{51} \\ &= 24,7 \text{ menit/pallet} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara *takt time* dengan *cycle time* pada masing-masing proses. Adapun rekapitulasi data perhitungan *customer rate*, *takt time*, dan *cycle time* pada masing-masing prosesnya dapat dilihat seperti Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Perbandingan *Takt time* dengan *Cycle time*

No.	Proses	<i>Uptime</i>	<i>Scrap</i> (%)	<i>Customer rate</i> (pallet/hari)	<i>Takt time</i> (menit/pallet)	<i>Cycle time</i> (menit)
1	<i>Log cutting</i>	99%	0	47	24,7	1.36
2	<i>Rotary</i>	98%	0.01	47	24,7	5.92
3	<i>Dryer</i>	90%	0.58	47	25,2	29,94
4	<i>Arranger</i>	95%	1.55	45	28	16.34
5	<i>Glue spreader</i>	98%	0.01	43	29,3	13.90
6	<i>Cold press</i>	98%	0.01	43	29,3	35.00
7	<i>Hot press</i>	98%	0.59	43	29,3	7.00
8	<i>Putty</i>	95%	0.05	42	30	117.67
9	<i>Double saw</i>	98%	0.05	40	31,5	17.70
10	<i>Sander</i>	98%	0.40	40	31,5	3.81
11	<i>Final selection</i>	95%	0.01	40	31,5	7.48

Dari Tabel 4.12 perbandingan *takt time* dengan *cycle time* diatas, maka kita bisa mengetahui bahwa terdapat beberapa proses yang memiliki *takt time* lebih rendah dari *cycle time*. Waktu proses yang berada dibawah *takt time* menunjukkan bahwa proses tersebut berjalan lebih cepat atau dapat memenuhi permintaan, sehingga proses ini dapat dikatakan baik. Sebaliknya, apabila waktu proses berada diatas *takt time* maka menunjukkan bahwa proses tersebut berjalan lebih lambat dari yang seharusnya. Adapun proses yang *cycle time* nya berada diatas *takt time* yaitu proses *dryer*, *cold press* dan *putty*, yang selanjutnya dapat diberikan rekomendasi perbaikan agar proses ini dapat lebih baik lagi.

4.3.6 Penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang akan timbul dalam proses dengan tujuan untuk mengeliminasi atau meminimalkan resiko kegagalan produksi yang akan timbul. Setelah diketahui akar permasalahan dari *waste* yang terjadi, maka selanjutnya akan dibuat tabel FMEA untuk mengetahui prioritas perbaikan yang dapat dilakukan dengan melihat nilai *Risk Priority Number* (RPN). Untuk penentuan kriteria dan *rating severity*, *occurance*, dan *detection* didapatkan dari hasil *brainstorming* dengan *value stream manager* di PT Kutai Timber Indonesia. Adapun kriteria dan *rating* dari *severity*, *occurance*, dan *detection* yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

1. *Severity*

Severity merupakan tingkat keseriusan *waste* yang terjadi. Semakin besar nilai *severity* maka semakin besar pula keseriusan *waste* tersebut. Adapun kriteria dan *rating* dari *severity* pada masing-masing *waste* yang telah teridentifikasi dapat dilihat seperti Tabel 4.13, 4.14 dan tabel 4.15.

Tabel 4.13. *Severity Waste Waiting Time*

<i>Rating</i>	<i>Effect</i>	Kriteria
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi <i>waiting time</i>
2	Sangat ringan	Terjadi <i>waiting time</i> , tetapi tidak berpengaruh pada proses produksi
3	Ringan	Terjadi <i>waiting time</i> , dan memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap proses berikutnya
4	Sangat rendah	Terjadi <i>waiting time</i> , dan berpengaruh pada 1 proses berikutnya
5	Rendah	Terjadi <i>waiting time</i> , dan berpengaruh pada 2 proses berikutnya
6	Sedang	Terjadi <i>waiting time</i> , dan berpengaruh pada 3 proses berikutnya
7	Tinggi	Terjadi <i>waiting time</i> , dan berpengaruh pada 4 proses berikutnya
8	Sangat tinggi	Terjadi <i>waiting time</i> , dan berpengaruh pada sebagian besar proses berikutnya
9	Berbahaya	<i>Waiting time</i> sangat sering terjadi, sehingga proses produksi tidak efektif
10	Sangat berbahaya	Proses produksi tidak dapat dilakukan

Tabel 4.14. *Severity Waste Unnecessary Inventory (WIP)*

Rating	Effect	Kriteria
1	Tidak ada akibat	Tidak terjadi <i>work in process</i> (WIP)
2	Sangat ringan	Terjadi WIP hanya di 1 proses
		WIP tidak menyebabkan <i>waiting time</i> diproses lainnya
3	Ringan	Terjadi WIP hanya di 1 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di 1 proses lainnya
4	Sangat rendah	Terjadi WIP hanya di 1 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di > 1 proses lainnya
5	Rendah	Terjadi WIP pada 2 proses
		WIP tidak menyebabkan <i>waiting time</i> diproses lainnya
6	Sedang	Terjadi WIP pada 2 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di 1 proses lainnya
7	Tinggi	Terjadi WIP pada 2 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di > 1 proses lainnya
8	Sangat tinggi	Terjadi WIP pada ≥ 3 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di 1 proses lainnya
9	Berbahaya	Terjadi WIP pada ≥ 3 proses
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di > 1 proses lainnya
10	Sangat berbahaya	Semua proses terjadi WIP
		WIP menyebabkan <i>waiting time</i> di semua proses lainnya

Tabel 4.15. *Severity Waste Defect*

Rating	Effect	Kriteria
1	Tidak ada akibat	Kegagalan produk tidak memiliki pengaruh terhadap proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas A
2	Sangat ringan	Menimbulkan gangguan yang sangat kecil pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas A
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang sangat kecil
3	Ringan	Menimbulkan gangguan yang kecil pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas A
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang kecil
4	Sangat rendah	Menimbulkan gangguan yang kecil pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas B
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang kecil
5	Rendah	Menimbulkan gangguan yang kecil pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas B
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang sedang
6	Sedang	Menimbulkan gangguan yang sedang pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas C
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang sedang
7	Tinggi	Menimbulkan gangguan yang sedang pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas C
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang besar
8	Sangat tinggi	Menimbulkan gangguan yang besar pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas C
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang besar
9	Berbahaya	Menimbulkan gangguan yang serius pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas D
		Membutuhkan waktu <i>repair</i> yang sangat besar
10	Sangat berbahaya	Menimbulkan gangguan yang sangat pada proses produksi
		Produk masuk dalam kualitas D
		Tidak bisa dilakukan <i>repair</i> ataupun rework

2. Occurance

Occurance merupakan rating yang menunjukkan tingkat keseringan terjadinya suatu *waste*. Semakin besar nilai *occurance* maka semakin sering pula *waste* tersebut terjadi. Adapun kriteria dan *rating* dari *occurance* pada masing-masing *waste* yang telah teridentifikasi dapat dilihat seperti Tabel 4.16, 4.17, dan Tabel 4.18.

Tabel 4.16. *Occurance Waste Waiting Time*

Rating	Effect	Kriteria
1	Tidak ada	Tidak terjadi waiting time
2	Sangat rendah	Terjadi waiting time selama ≤ 2 menit
3	Rendah	Terjadi waiting time selama ≤ 10 menit
4	Sedang	Terjadi waiting time selama ≤ 20 menit
5		Terjadi waiting time selama ≤ 30 menit
6		Terjadi waiting time selama ≤ 45 menit
7	Tinggi	Terjadi waiting time selama ≤ 1 jam
8		Terjadi waiting time selama $\leq 1,5$ jam
9	Sangat tinggi	Terjadi waiting time selama ≤ 2 jam
10		Terjadi waiting time selama > 2 jam

Tabel 4.17. *Occurance Waste Unnecessary Inventory (WIP)*

Rating	Effect	Kriteria
1	Tidak ada	Tidak terjadi work in process (WIP) selama proses produksi
2	Sangat rendah	Terjadi WIP selama ≤ 15 menit
3	Rendah	Terjadi WIP selama ≤ 30 menit
4	Sedang	Terjadi WIP selama ≤ 1 jam
5		Terjadi WIP selama $\leq 1,5$ jam
6		Terjadi WIP selama ≤ 2 jam
7	Tinggi	Terjadi WIP selama $\leq 2,5$ jam
8		Terjadi WIP selama ≤ 3 jam
9	Sangat tinggi	Terjadi WIP selama ≤ 4 jam
10		Terjadi WIP selama > 4 jam

Tabel 4.18. *Occurance Waste Defect*

Rating	Effect	Kriteria
1	Tidak ada	Tidak terjadi kegagalan (99% produk jadi)
2	Sangat rendah	Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 1,5\%$
3	Rendah	Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 2\%$
4	Sedang	Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 2,5\%$
5		Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 3\%$
6		Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 4\%$
7	Tinggi	Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 5\%$
8		Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 6\%$
9	Sangat tinggi	Kemungkinan terjadinya kegagalan $\leq 8\%$
10		Kemungkinan terjadinya kegagalan $> 8\%$

3. *Detection*

Detection merupakan rating yang menunjukkan tingkat kemudahan terdeteksinya suatu *waste*. Semakin besar nilai *detection* maka semakin sulit pula *waste* tersebut untuk terdeteksi. Adapun kriteria dan *rating* dari *detection* pada masing-masing *waste* yang telah teridentifikasi dapat dilihat seperti Tabel 4.19.

Tabel 4.19. *Detection*

Rating	Effect	Kriteria
1	Hampir pasti	Sangat jelas, sangat mudah untuk diketahui
2	Sangat tinggi	Jelas bagi indra manusia
3	Tinggi	Memerlukan inspeksi
4	Agak tinggi	Inspeksi yang hati-hati dengan menggunakan indra manusia
5	Sedang	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indra manusia
6	Rendah	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metode/pembongkaran sederhana
7	Sangat rendah	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metode/pembongkaran kompleks
8	Jarang	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metode/pembongkaran kompleks yang mahal
9	Sangat jarang	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi
10	Hampei tidak mungkin	Tidak dapat dideteksi

Adapun perhitungan nilai RPN untuk masing-masing *waste* yang teridentifikasi, dapat dilihat seperti Tabel 4.20.

Tabel 4.20. FMEA Prioritas Rekomendasi Perbaikan

Failure	Severity	Failure mode	Occurance	Recommended action	Detection	RPN
Waiting time saat di proses arranger	4	Kurangnya jumlah mesin <i>dryer</i> pada masing-masing stasiun kerja, sehingga menghasilkan selisih waktu proses dalam pembuatan <i>face, back dan core</i> , sehingga menyebabkan adanya <i>waiting time</i> diproses <i>arranger</i> .	4	Melakukan penambahan jumlah mesin <i>dryer</i> sesuai kebutuhan	2	32
		Ada waktu transportasi <i>material handling</i>	2	Transportasi pemindahan material dipercepat dengan memberikan alat <i>material handling</i> yang tepat	2	16
Unnecessary inventory (WIP) pada proses <i>dryer</i>	3	Kurangnya jumlah mesin <i>dryer</i> , sehingga menyebabkan WIP. Mesin <i>dryer</i> memiliki waktu proses yang lebih lama jika dibandingkan dengan proses sebelumnya, sehingga lamanya proses ini membutuhkan jumlah mesin <i>dryer</i> yang lebih pula	5	Melakukan penambahan jumlah mesin <i>dryer</i> sesuai kebutuhan	2	30
Pecah diluar standar pada lembar <i>plywood</i>	5	Adanya tekanan yang keras terhadap material, dorongan, serta adanya material yang jatuh saat proses pemindahan ke alat <i>material handling</i> , yang disebabkan karena kurang ergonominya alat manual <i>material handling</i> yang digunakan	5	Mengurangi tekanan pada material, dan mencegah jatuhnya material dengan memberikan usulan desain alat <i>material handling</i> yang lebih ergonomis	2	50
		Proses repair yang kurang sempurna	2	Memperbaiki kinerja karyawan dengan memberikan pelatihan, dll, agar proses repair lebih sempurna	3	30

Tabel Lanjutan 4.20. FMEA Prioritas Rekomendasi Perbaikan

Core kasar pada plywood	3	Pisau penyayat pada mesin rotary sudah tidak tajam lagi, karena pemakaiannya telah melebihi usia pakai produktifnya	2	Melakukan maintenance dengan melakukan pemeriksaan secara berkala serta mengganti pisau yang ketajamannya telah berkurang, sesuai usia pakai produktif nya	7	42
		Kualitas kayu kurang bagus	1	Melakukan penanaman bibit jenis kayu yang berkualitas, sesuai dengan data history kualitas kayu yang dimiliki oleh perusahaan	6	18

4.3.7 Pemilihan Prioritas Rekomendasi Perbaikan

Setelah dilakukan analisis *current state map* untuk mengetahui jenis *waste* dan penyebab pemborosan yang ada, serta dengan diketahuinya prosentase tingginya nilai *non value added time*, maka selanjutnya akan diberikan usulan perbaikan sebagai upaya untuk meminimasi jenis *waste* yang terjadi serta mengurangi *non value added time* yang ada. Pemilihan prioritas rekomendasi perbaikan disini akan berdasarkan nilai RPN yang telah dihasilkan pada perhitungan rating FMEA seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.20. Dari perhitungan FMEA tersebut, kita bisa mengetahui bahwa terdapat 4 nilai RPN tertinggi yang selanjutnya akan menjadi prioritas pemberian usulan perbaikan. Adapun urutan nilai RPN tersebut adalah 50 untuk *waste defect* pecah diluar standar, 42 untuk *waste defect core* kasar, 32 untuk *waste waiting time*, serta 30 untuk *waste unnecessary inventory*.

Nilai RPN tertinggi pertama sebesar 50 untuk jenis *waste defect* pecah diluar standar. Faktor penyebab terjadinya pemborosan ini adalah adanya tekanan yang keras terhadap material, dorongan, serta adanya material yang jatuh saat proses pemindahan ke *material handling*, yang disebabkan karena kurang ergonominya alat *material handling* yang digunakan. Pada *waste* ini memiliki nilai *severity* 5 yang artinya kegagalan ini memiliki efek yang rendah pada proses produksi secara keseluruhan. Nilai *occurance* 5 yang menunjukkan tingkat keseringan kegagalannya sedang selama proses pembuatan produk *plywood*. Sedangkan nilai *detection* adalah 2 yang menunjukkan bahwa kemudahan terdeteksinya untuk jenis kegagalan ini sangat tinggi, yaitu jelas bagi indra manusia.

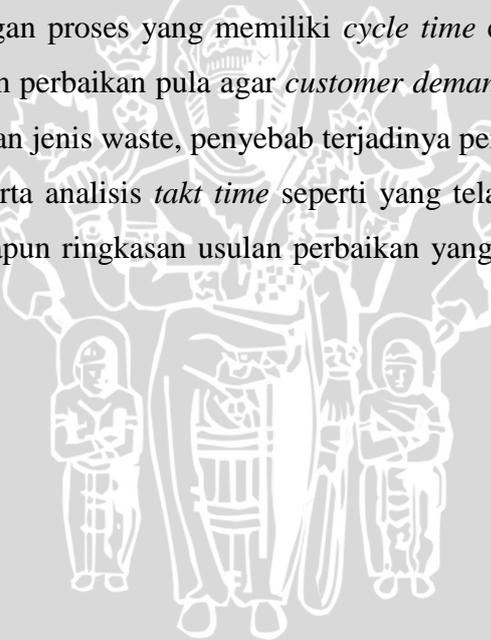
Nilai RPN tertinggi kedua sebesar 42 untuk jenis *waste defect core* kasar. Faktor penyebab terjadinya pemborosan ini adalah kurang tajamnya pisau yang digunakan di mesin *rotary* karena pemakaiannya telah melebihi usia pakai produktifnya. Pada *waste* ini memiliki nilai *severity* 3 yang artinya kegagalan ini memiliki efek yang ringan pada proses produksi secara keseluruhan. Nilai *occurance* 2 yang menunjukkan tingkat keseringan kegagalannya adalah sedang selama proses pembuatan produk *plywood*. Sedangkan nilai *detection* adalah 7 yang menunjukkan bahwa kemudahan terdeteksinya untuk jenis kegagalan ini adalah sangat rendah, yaitu memerlukan inspeksi dan bantuan alat/metode/pembongkaran yang kompleks.

Nilai RPN tertinggi ketiga sebesar 32 untuk jenis *waste waiting time*. Faktor penyebab terjadinya pemborosan ini adalah karena kurangnya jumlah mesin *dryer* pada masing-masing stasiun kerjanya. Pada *waste* ini memiliki nilai *severity* 4 yang artinya

kegagalan ini memiliki efek yang sangat rendah pada proses produksi secara keseluruhan. Nilai *occurance* 4 yang menunjukkan tingkat keseringan keagalannya adalah sedang selama proses pembuatan produk *plywood*. Sedangkan nilai *detection* adalah 2 yang menunjukkan bahwa kemudahan terdeteksinya untuk jenis kegagalan ini sangat tinggi, yaitu jelas bagi indra manusia.

Nilai RPN tertinggi keempat sebesar 30 untuk jenis *waste unnecessary inventory*, yaitu adanya *work in process* (WIP) pada proses produksi. Faktor penyebab terjadinya pemborosan ini adalah karena kurangnya jumlah mesin *dryer*. Pada waste ini memiliki nilai *severity* 3 yang artinya kegagalan ini memiliki efek yang rendah pada proses produksi secara keseluruhan. Nilai *occurance* 5 yang menunjukkan tingkat keseringan keagalannya adalah sedang selama proses pembuatan produk *plywood*. Sedangkan nilai *detection* adalah 2 yang menunjukkan bahwa kemudahan terdeteksinya untuk jenis kegagalan ini sangat tinggi, yaitu jelas bagi indra manusia.

Selain itu, terkait dengan proses yang memiliki *cycle time* diatas waktu *takt time*, maka akan diberikan usulan perbaikan pula agar *customer demand* pada proses tersebut dapat terpenuhi. Berdasarkan jenis waste, penyebab terjadinya pemborosan, perhitungan nilai RPN pada FMEA, serta analisis *takt time* seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, maka adapun ringkasan usulan perbaikan yang dapat diberikan dapat dilihat seperti Tabel 4.21.



Tabel 4.21. Usulan Perbaikan Untuk Jenis *Waste*

No.	Jenis <i>waste</i>	Penyebab utama	Usulan perbaikan
1	<i>Waiting time</i> di proses yang akan memasuki proses <i>glue</i>	Kurangnya jumlah mesin <i>dryer</i> pada masing-masing stasiun kerja, sehingga menghasilkan selisih waktu proses dalam pembuatan <i>face</i> , <i>back</i> dan <i>core</i> , sehingga menyebabkan adanya <i>waiting time</i> material diproses <i>arranger</i> .	Memberikan usulan penambahan jumlah mesin <i>dryer</i> yang dibutuhkan agar <i>waiting time</i> dan <i>unnecessary inventory</i> (WIP) dapat diminimasi
2	<i>Unnecessary inventory</i> (WIP) di proses yang akan memasuki proses <i>dryer</i>	Mesin <i>dryer</i> yang waktu prosesnya lebih lama jika dibandingkan dengan proses sebelumnya, sehingga lamanya proses ini membutuhkan jumlah mesin <i>dryer</i> yang lebih pula	
3a.	<i>Defect</i> pecah diluar standart	Adanya tekanan yang keras terhadap material, dorongan, serta adanya material yang jatuh saat proses pemindahan ke alat material handling, yang disebabkan karena kurang ergonominya alat <i>manual material handling</i> yang digunakan	Memberikan usulan desain alat <i>material handling</i> yang lebih ergonomis
3b.	<i>Defect</i> core kasar	Pisau penyayat pada mesin <i>rotary</i> sudah tidak tajam lagi, karena pemakaiannya telah melebihi usia pakai produktifnya	<i>Maintenance</i> dengan melakukan pemeriksaan secara berkala serta melakukan pergantian terhadap pisau yang ketajamannya telah berkurang, sehingga pisau tetap dalam usia pakai produktifnya.

Sedangkan untuk usulan perbaikan karena adanya *cycle time* yang berada diatas *takt time* dapat dilihat seperti Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Usulan Perbaikan Untuk *Cycle Time* yang Diatas *Takt Time*

No.	Proses	Perbandingan (menit)		Usulan perbaikan
		<i>Takt time</i>	<i>Cycle time</i>	
1	<i>Dryer</i>	25,20	29,94	Penambahan mesin <i>dryer</i>
2	<i>Cold press</i>	29,30	35,00	Tidak dilakukan perbaikan
3	<i>Putty</i>	30,00	117,67	Penambahan operator

Dari Tabel 4.22, kita bisa mengetahui bahwa terdapat 3 proses yang berada di atas *takt time*, diantaranya adalah proses *dryer* dan *cold press* yang pengerjaannya menggunakan tenaga mesin, dan proses *putty* yang pengerjaannya menggunakan tenaga manual karyawan. Pada proses *dryer* akan dilakukan penambahan mesin *dryer* karena penyebab tingginya *cycle time* dibandingkan *takt time* disini adalah kurangnya jumlah mesin *dryer* yang ada, sehingga jumlahnya perlu untuk ditambahkan.

Pada proses *cold press cycle time* nya juga berada diatas *takt time*, namun tidak dilakukan perbaikan pada proses tersebut. Hal ini disebabkan *cycle time* sebesar 35 menit pada proses ini merupakan suatu ketetapan perusahaan yang berkaitan dengan kualitas, sehingga jumlahnya tidak berubah-ubah. Selain itu dengan melihat gambar *current state map*, kita juga bisa mengetahui bahwa tidak ada antrian dan tidak ada *waiting time* yang sangat besar pada proses *cold press* ini, sehingga *cycle time* sebesar 35 menit pada proses ini dianggap ideal dan tidak membutuhkan usulan perbaikan seperti penambahan kapasitas jumlah mesin, dll.

Pada proses *putty*, akan diberikan usulan penambahan operator. Hal ini disebabkan pada proses tersebut memiliki *cycle time* yang sangat besar jika dibandingkan dengan *takt time* nya. Selain itu, *cycle time* yang dimiliki oleh proses *putty* merupakan *cycle time* terbesar jika dibandingkan dengan proses proses lainnya. Sehingga dengan penambahan operator ini harapannya *cycle time* dapat lebih kecil, dan memiliki selisih waktu yang tidak begitu signifikan jika dibandingkan dengan *takt time* nya.

4.3.8 Usulan Rekomendasi Perbaikan

Setelah diketahui jenis *waste* yang akan menjadi prioritas untuk diperbaiki terlebih dahulu, maka selanjutnya akan diberikan usulan perbaikan terhadap ke empat jenis *waste* yang memiliki nilai RPN tertinggi, sehingga dengan usulan perbaikan ini harapannya dapat meminimasi jenis *waste* atau pemborosan yang terjadi. Adapun penjelasan mengenai usulan perbaikan disini adalah sebagai berikut.

4.3.8.1 Pengaturan Jumlah Operator dan Kapasitas Mesin

Pengaturan jumlah operator dan kapasitas mesin sangat penting untuk bisa meminimasi ataupun mengeliminasi jenis *waste* seperti *waiting time* maupun *unnecessary inventory* yang terjadi di lini produksi. Sesuai dengan analisis diagram *fishbone* pada sub bab sebelumnya, kita bisa mengetahui bahwa untuk jenis *waste unnecessary inventory* ditemukan antrian di proses *dryer*, penyebab utamanya adalah karena tidak seimbangya kecepatan antar proses yang ada ataupun kurangnya jumlah mesin di proses ini, sehingga menimbulkan antrian. Untuk jenis *waste waiting time*, penyebab utamanya juga dikarenakan kurangnya kapasitas mesin *dryer* yang ada di lini produksi pembuatan *face, back, dan core* sehingga menimbulkan waktu menunggu di proses *arranger*. Selain itu, terkait dengan analisis waktu *takt time*, ternyata proses *dryer* ini memang mempunyai *cycle time* yang lebih besar dari waktu *takt time*, yang artinya proses ini berjalan lebih lambat dari yang seharusnya. Oleh karena itu penambahan kapasitas terkait dengan jumlah mesin di proses *dryer* ini perlu dilakukan agar bisa mengurangi waktu antrian yang ada serta bisa mengatasi besarnya waktu *cycle time* terhadap waktu *takt time* nya. Adapun dasar perhitungan penambahan kapasitas jumlah mesin disini adalah sebagai berikut.

$$N_i = \frac{T_i}{60} \times \frac{P_i}{D}$$

Dimana :

N = jumlah mesin ataupun operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi

T = total waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses operasi produksi yang diperoleh dari hasil *time study* (menit/unit produk)

P = jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja (unit produk/periode)

D = jam operasi kerja mesin yang tersedia, hubungannya dengan shift kerja (jam/hari)

Untuk menentukan jumlah produk dari masing-masing tahapan proses, maka dilakukan cara perhitungan terbalik, yaitu dari tahapan proses terakhir menuju tahapan proses awalnya. Adapun rumusan untuk mendapatkan nilai P ini, sama seperti rumusan untuk menghitung *customer demand* di perhitungan *takt time* pada sub bab sebelumnya.

$$P = \frac{P_g}{E \times (1 - P_d)}$$

Dimana :

P_g = jumlah produk yang berkualitas baik, sesuai dengan permintaan dari pelanggan

P_d = prosentase produk yang *defect* pada proses tersebut

E = faktor efisiensi kerja mesin

Dari rumusan diatas, maka kita bisa melakukan perhitungan terhadap kapasitas mesin dan jumlah operator yang dibutuhkan di proses yang menyebabkan adanya *waste*, serta pada proses yang memiliki nilai *cycle time* diatas waktu *takt time* nya. Adapun perhitungan kapasitas mesin yang dibutuhkan untuk proses *dryer* adalah sebagai berikut.

$$Uptime = 90\% \quad ; \quad scrap = 0,58\%$$

$$P = \frac{P_g}{E \times (1 - P_d)} = \frac{45 \text{ pallet /hari}}{90\% \times (1 - 0,58)}$$

$$P = 50 \text{ pallet/hari}$$

Pada perhitungan diatas, nilai $P_g = 45$ diperoleh dari perhitungan P pada proses sebelumnya yaitu proses *arranger* (proses dibalik), untuk lebih jelasnya dapat dilihat di perhitungan *takt time* pada sub bab sebelumnya. Selanjutnya dilanjutkan untuk perhitungan N (jumlah mesin).

$$N_i = \frac{T_i}{60} \times \frac{P_i}{D}$$

$$N = \frac{29,94}{60} \times \frac{50}{21}$$

$$N = 1,19 \rightarrow N = 2 \text{ buah mesin } dryer$$

Dengan cara yang sama, maka akan dilakukan perhitungan jumlah operator yang dibutuhkan untuk proses *putty*, dimana proses ini memiliki *cycle time* yang lebih lama dari waktu *takt time* nya. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$Uptime = 95\% \quad ; \quad scrap = 0,05\%$$

$$P = \frac{P_g}{E \times (1 - P_d)} = \frac{40 \text{ pallet /hari}}{95\% \times (1 - 0,05\%)}$$

$$P = 42 \text{ pallet/hari}$$

$$N_i = \frac{T_i}{60} \times \frac{P_i}{D}$$

$$N = \frac{117,67}{60} \times \frac{42}{21}$$

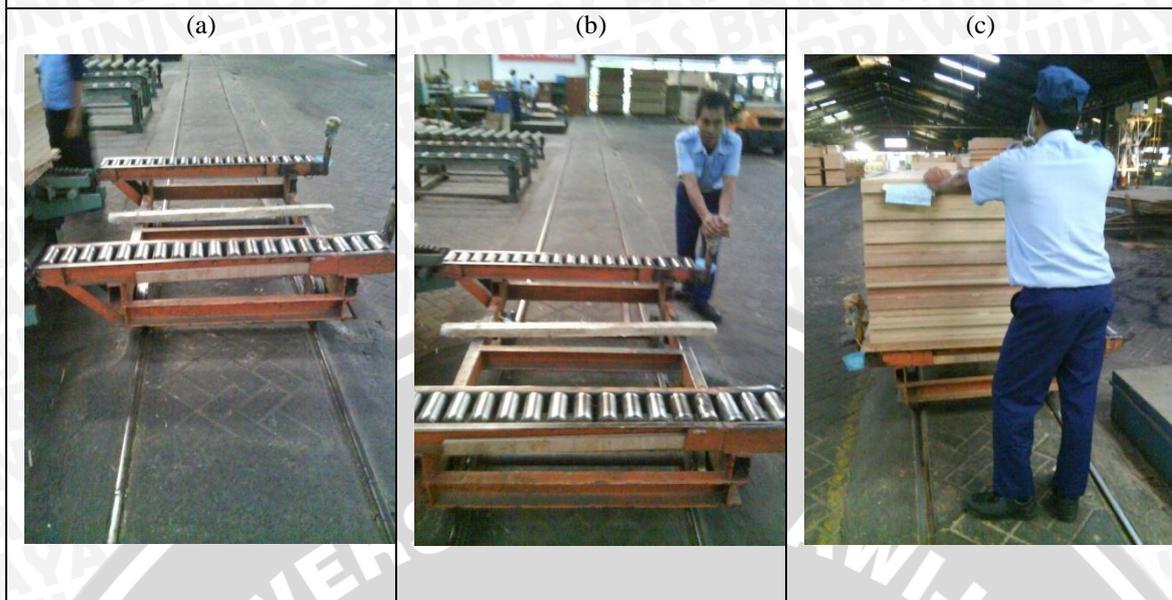
$$N = 3,92 \rightarrow N = 4 \text{ operator diproses } putty$$

Dari usulan perbaikan diatas, kita bisa mengetahui bahwa pada proses *dryer* terdapat penambahan jumlah mesin dari 1 menjadi 2 mesin *dryer* untuk masing-masing stasiun kerjanya. Dengan menambahkan kapasitas jumlah mesin *dryer* menjadi 2 mesin pada tiap stasiun kerjanya maka suatu proses yang dijalankan dapat secara bersamaan sehingga dapat memperkecil waktu antrian yang terjadi, memperkecil selisih waktu proses untuk pembuatan *face*, *core*, dan *back*, serta dapat meminimasi *waiting time* yang terjadi diproses *arranger*.

Terkait dengan usulan perbaikan di proses *putty* yang dilakukan penambahan operator dari 2 menjadi 4 operator untuk setiap pengerjaan 1 *pallet plywood* nya. Maka waktu prosesnya dapat diestimasi dapat berkurang dari waktu proses awalnya, sehingga pengerjaan pada proses ini dapat lebih cepat dari *cycle time* awal.

4.3.8.2 Perbaikan Desain *Manual Material Handling*

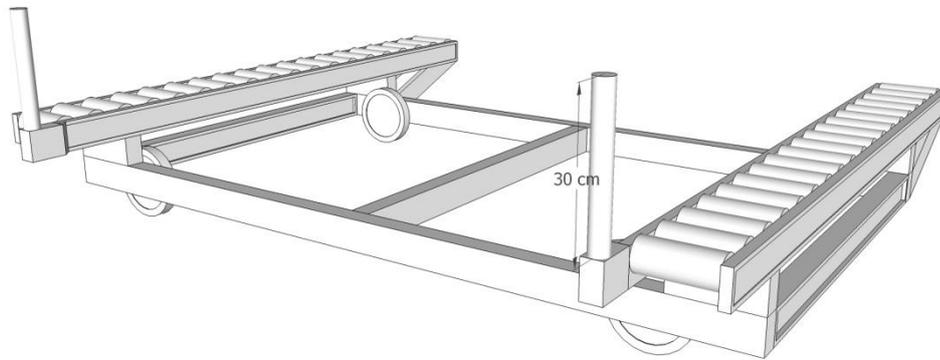
Berdasarkan analisis FMEA di Tabel 4.20 pada sub bab sebelumnya, kita bisa mengetahui bahwa salah satu faktor penyebab yang memiliki nilai RPN tertinggi serta sangat berpengaruh terhadap terjadinya *defect* pecahnya produk diluar standar adalah karena adanya tekanan yang keras terhadap material, dorongan, serta adanya material yang jatuh saat proses pemindahan ke alat *material handling*, yang disebabkan karena kurang ergonominya alat *manual material handling* yang digunakan. Sehingga, usulan perbaikan yang dapat diberikan terhadap *waste* produk *defect* ini adalah dengan memberikan usulan desain alat *material handling* yang lebih ergonomi. Adapun alat *material handling* yang digunakan pada perusahaan ini dapat dilihat seperti Gambar 4.10.

Alat *Manual Material Handling* yang DigunakanGambar 4.10. Alat *Manual Material Handling*

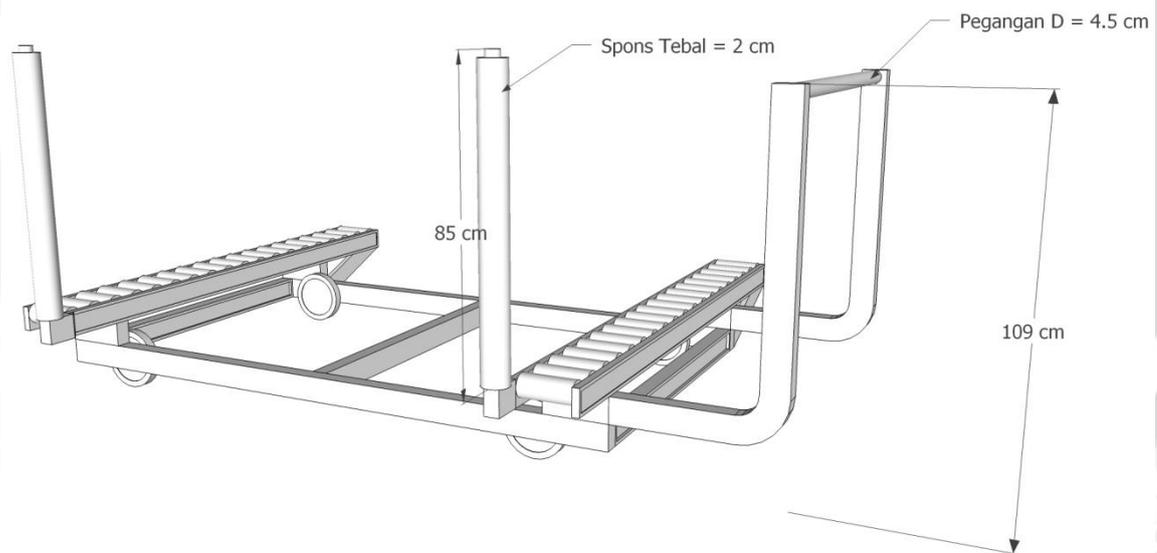
Dari Gambar 4.10, kita bisa mengetahui bahwa alat *material handling* yang digunakan memang kurang ergonomis. Pada bagian samping alat tersebut hanya memiliki pembatas yang ukurannya sangat pendek, sehingga ada material yang jatuh pada saat proses pemindahan material ke alat *material handling* ini. Selain itu, pembatas pada alat *material handling* ini terbuat dari material besi, sehingga pada saat pemindahan *plywood* ke alat ini terkadang menyebabkan *plywood* mengalami tekanan yang cukup keras sehingga menyebabkan ada pecahan ataupun retakan pada material. Alat *material handling* ini juga tidak memiliki pegangan atau alat pendorong yang seharusnya bisa memudahkan pekerja untuk proses pemindahan. Berdasarkan Gambar 4.10 diatas, kita bisa melihat bahwa pekerja mendorong alat *material handling* dengan cara mendorong material yang ada diatasnya. Hal ini tidak menutup kemungkinan untuk menyebabkan *defect* pada *plywood* berupa timbulnya retakan atau pun adanya kemungkinan material jatuh akibat dari dorongan tersebut. Adapun usulan perbaikan desain alat *material handling* yang diberikan agar dapat menurunkan penyebab potensi terjadinya kegagalan, serta harapannya dapat menurunkan prosentase produk *defect* yang terjadi, yang dapat dilihat seperti Gambar 4.11.

Desain Rekomendasi Alat *Manual Material Handling*

(a) Desain sebelum perbaikan



(b) Desain rekomendasi yang diberikan

Gambar 4.11. Perbandingan Desain Alat *Material Handling* Awal Dengan Rekomendasi

Dari Gambar 4.11, kita bisa mengetahui bahwa terdapat beberapa perbedaan antara desain awal dengan desain rekomendasi perbaikan. Pada desain rekomendasi perbaikan, terdapat alat bantu pendorong sehingga pekerja tidak lagi menyentuh atau mendorong material saat proses pemindahan, melainkan melakukan pendorongan pada bagian alat *material handling* yang telah disediakan. Dengan adanya pendorong ini, harapannya tidak ada lagi material yang terkena tekanan akibat dorongan dari pekerja, sehingga dapat menurunkan kemungkinan pecahnya material. Selain itu, pada bagian samping desain rekomendasi alat ini terdapat pembatas yang ukurannya lebih panjang dari desain

awal yaitu sekitar 85 cm yang tentunya telah melebihi tinggi untuk 1 *pallet plywood* (93 lembar) yang akan dipindahkan. Dengan pembatas yang lebih panjang ini maka *plywood* yang akan dipindahkan tentunya tidak akan jatuh lagi, karena pembatasnya memiliki tinggi yang cukup dan bahkan telah melebihi untuk ukuran tinggi 1 *pallet plywood* yang akan dipindahkan. Pada pembatas ini juga dilapisi dengan material lunak seperti spons khusus setebal 2 cm, harapannya pada saat *plywood* melakukan kontak dengan pembatas saat proses pemindahan ke alat *material handling*, maka tekanan yang dihasilkan tidak begitu besar sehingga juga menurunkan kemungkinan pecahnya material karena benturan.

Terkait dengan alat bantu pendorong seperti yang telah diusulkan pada *material handling* diatas, tentunya ukuran-ukuran yang dipakai pun memperhatikan sisi ke ergonomian dari alat tersebut. Sehingga karyawan yang menggunakan alat ini dapat memiliki beban kerja yang lebih ringan, lebih nyaman, dan tentunya kerjanya pun lebih efektif. Adapun ukuran-ukuran yang dipakai pada usulan desain ini yaitu berdasarkan standar dimensi tubuh yang ditetapkan oleh Stephen Pheasant dalam bukunya yang berjudul "*Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work (second edition)*, 2003". Untuk bagian-bagian alat, persentil yang digunakan, serta nilai ukuran yang dipakai pada usulan desain dapat dilihat seperti Tabel 4.23.

Tabel 4.23. Ukuran Dimensi Tubuh yang Dipakai

No.	Bagian alat pada desain	Persentil yang digunakan	Ukuran yang dipakai
1.	Diameter pegangan	Persentil bawah (5-th) pria	4,5 cm
2.	Tinggi pegangan dari lantai (menyesuaikan tinggi siku dari lantai)	Persentil rata-rata (50-th) pria	109 cm

Dari Tabel 4.23 diatas, diameter pegangan dan tinggi pegangan dari lantai sama-sama memakai persentil untuk pria, karena memang pada pekerjaan ini yang mengerjakan adalah para karyawan yang berjenis kelamin laki-laki. Sedangkan untuk pemilihan persentil yang digunakan, dipilih berdasarkan kebutuhan pekerja yang disesuaikan dengan keadaan di perusahaan. Dengan usulan perbaikan ini, harapannya tidak ada lagi material yang jatuh dan material yang terkena tekanan yang cukup keras karena telah dilakukan perbaikan pada pembatas alat *material handling* nya. Selain itu dalam proses pemindahannya, pekerja tidak lagi memberikan dorongan berupa tekanan langsung pada material, melainkan pekerja dapat mendorong pada pegangan seperti yang telah diusulkan pada rekomendasi alat *material handling* diatas. Dengan

meminimasi potensi penyebab terjadinya *waste* produk *defect* pecah diluar standar disini, maka prosentase kemungkinan terjadinya produk *defect* pun dapat diminimasi.

4.3.8.3 Penerapan *Maintenance* Terhadap Peralatan Mesin

Berdasarkan perhitungan nilai RPN pada tabel FMEA diatas, usulan perbaikan yang diberikan untuk jenis *waste* produk *defect core* kasar adalah penerapan *maintenance* terhadap *tools*, maupun komponen-komponen lain dari peralatan mesin yang mempunyai potensi penyebab *defect*. Pada perusahaan ini, diusulkan untuk menerapkan *maintenance* pada mesin *rotary*, karena salah satu jenis *waste* terjadi pada mesin ini.

Menurut Assauri (2008), *maintenance* merupakan kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dengan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasional produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dengan adanya kegiatan *maintenance* maka mesin/peralatan dapat dipergunakan selama proses produksi berlangsung, serta tidak terjadi kerusakan selama jangka waktu tertentu, sehingga target produksi dapat tercapai. Tujuan utama dari sistem perawatan adalah menjaga proses produksi agar berjalan dalam kondisi operasi yang optimum. Optimum disini berarti dapat memenuhi permintaan yang diterima dengan memperhatikan minimasi biaya yang diperlukan. Terdapat beberapa klasifikasi *maintenance* secara umum, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut.

1. *Preventive Maintenance* (Perawatan Pencegahan)

Preventive Maintenance merupakan suatu kegiatan pemeliharaan pada mesin yang berguna untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan secara tiba-tiba pada saat mesin sedang digunakan atau sedang beroperasi. Dengan menerapkan *preventive maintenance* maka semua mesin dapat digunakan dengan baik dan tanpa adanya gangguan atau kerusakan secara tiba-tiba saat proses produksi berlangsung.

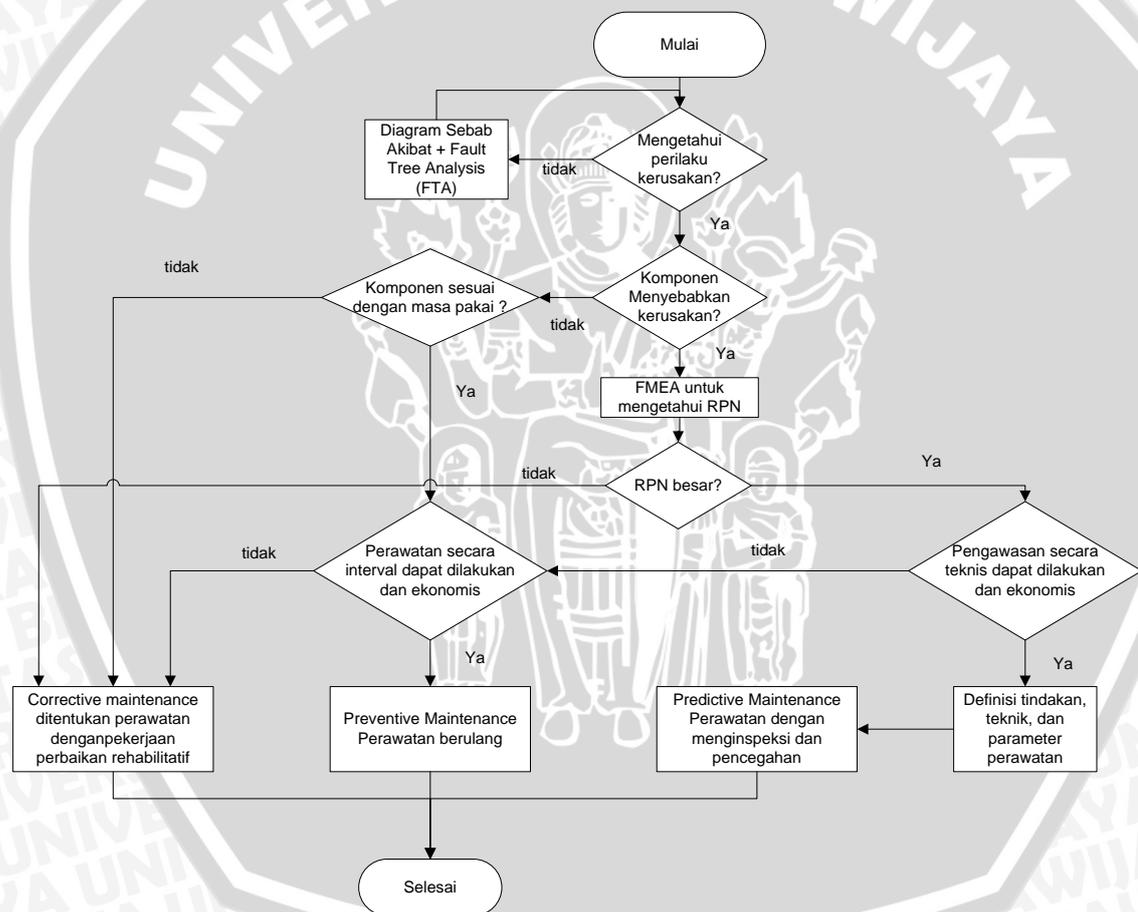
2. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah suatu kegiatan perawatan mesin yang dilaksanakan pada saat terjadi kerusakan pada mesin. Pemeliharaan ini dilakukan untuk memperbaiki suatu mesin yang sempat terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. *Corrective Maintenance* dilakukan agar peralatan atau mesin yang telah rusak selama proses produksi dapat dipergunakan kembali, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

3. Predictive Maintenance

Predictive Maintenance adalah suatu tindakan perawatan terencana yang dilaksanakan dengan teratur pada waktu yang telah ditetapkan sesuai dengan hasil analisa yang telah dilakukan pada mesin. *Predictive maintenance* dapat dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditetapkan melalui prediksi jangka waktu kerusakan mesin, sehingga mesin dapat beroperasi dengan lancar.

Terkait dengan jenis *maintenance* yang akan dipilih untuk diterapkan di perusahaan ini, maka perlu dilakukan analisis pemilihan strategi jenis perbaikan dengan memperhatikan keadaan serta jenis kegagalan yang ada di perusahaan tersebut. Adapun diagram alir untuk pemilihan strategi jenis perbaikan *maintenance* disini dapat dilihat seperti Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Diagram Alir Pemilihan Jenis Perbaikan pada Maintenance

Sumber: Nebl dan Pruess (2006)

Dari *flowchart* pemilihan jenis perbaikan pada *maintenance* tersebut, langkah awal yang akan dilakukan adalah memulai, lalu mengetahui perilaku kerusakan. Pada perusahaan ini perilaku kerusakan yang perlu diselesaikan dengan *maintenance* adalah adanya jenis *waste* berupa produk *defect core* kasar yaitu salah satu jenis *defect* pada

plywood dimana keadaan *core* tidak rata pada permukaannya atau tingkat kekasarannya lumayan tinggi. Penyebab utama dari *defect* ini adalah karena pengaruh pisau potong yang sudah tidak tajam lagi, dan tidak dilakukan penggantian pada saat seharusnya dilakukan pergantian. Dari penyebab tersebut, kita bisa mengetahui bahwa komponen disini dapat menyebabkan kerusakan, sehingga analisis FMEA untuk mengetahui nilai RPN perlu untuk dilakukan. Sesuai dengan analisis FMEA yang telah dilakukan sebelumnya, maka adapun nilai RPN yang didapatkan yaitu sebesar 42, untuk lebih jelasnya dapat dilihat seperti Tabel 4.24.

Tabel 4.24. FMEA Untuk *Waste Core* Kasar

Waste	Severity	Failure mode	Occurance	Recommended action	Detection	RPN
Core kasar	3	Pisau penyayat pada mesin <i>rotary</i> sudah tidak tajam lagi, karena pemakaiannya telah melebihi usia pakai produktifnya	2	Maintenance dengan melakukan pemeriksaan secara berkala serta melakukan pergantian terhadap pisau yang ketajamannya telah berkurang, sehingga pisau tetap dalam usia pakai produktifnya	7	42

Dari Tabel 4.24, dapat diketahui untuk nilai RPN sebesar 42, maka jenis *waste core* kasar disini dapat dikategorikan memiliki nilai RPN yang kecil. Sehingga sesuai dengan *flowchart* diatas, maka jenis *maintenance* yang dipilih adalah *corrective maintenance* yaitu menentukan perawatan dengan pekerjaan perbaikan rehabilitatif. Dengan melakukan *corrective maintenance* disini, harapannya pisau yang ketajamannya telah berkurang dapat dilakukan pengantian sehingga jumlah produk yang *defect* pun dapat diminimasi. Untuk penjelasan lebih lanjut, serta penerapan teknis yang perlu dilakukan dalam *corrective maintenance* ini akan diusulkan untuk dibahas pada penelitian selanjutnya.

4.3.9 Pembuatan *Future State Map*

4.3.9.1 Estimasi Perubahan Waktu Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan untuk meminimasi *waste* pada proses pembuatan *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia ini, tentunya terdapat perubahan waktu baik dalam proses maupun dalam *production lead time* nya, sehingga waktu total *lead time* nya pun juga berubah. Adapun usulan perbaikan yang mempengaruhi waktu *lead time* disini adalah penambahan jumlah mesin *dryer*, dan penambahan jumlah operator di proses *putty*.

Usulan penambahan jumlah mesin *dryer* diberikan untuk meminimasi *waste waiting time* dan *unnecessary inventory*. Sebelumnya jumlah mesin *dryer* yaitu 1, lalu setelah dilakukan perbaikan maka diusulkan untuk menggunakan 2 mesin *dryer*. Dengan penambahan jumlah mesin ini, maka waktu proses di *dryer* di estimasikan akan dua kali lebih cepat dari waktu proses sebelumnya, sehingga waktu proses di *dryer* yang awalnya adalah 29,94 menit akan menjadi 14,97 menit. Penambahan mesin ini, juga akan mempengaruhi waktu *unnecessary inventory* dan *waiting time* yang terjadi. Pengurangan waktu juga di estimasikan akan berkurang setengah dari waktu awal, sehingga WIP yang awalnya 80 menit akan menjadi 40 menit, sedangkan *waiting time* yang awalnya 18 menit akan menjadi 9 menit. Selain itu dilakukan penambahan operator diproses *putty*, karena proses ini *cycle time* nya sangat jauh berada diatas *takt time*. Penambahan operator dilakukan dari yang awalnya berjumlah 2 orang menjadi 4 orang. Sehingga waktu proses akan diestimasikan dua kali lebih cepat dari waktu proses awal. Waktu proses di *putty* akan berubah dari 117,67 menit menjadi 58,835 menit.

4.3.9.2 Penggambaran *Future State Map*

Setelah melakukan analisa dan memberikan rekomendasi perbaikan, maka selanjutnya dilakukan penggambaran *future state map*. *Future State Map* merupakan sebuah gambaran pada pendekatan *lean manufacturing* yang menggambarkan *value stream* setelah dilakukan rekomendasi perbaikan. Untuk lebih jelasnya mengenai *Future State Map* pada proses pembuatan produk *plywood* di PT Kutai Timber Indonesia dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.3.9.3 Analisa *Future State Map*

Dari gambar future state map pada Lampiran 6, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan waktu di beberapa proses. Perubahan waktu tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan *lead time*. *Lead time* adalah waktu keseluruhan yang diperlukan perusahaan untuk memenuhi pesanan konsumen. Setelah dilakukan perbaikan, maka *lead time* produksi mengalami penurunan. Adapun perbandingan total *lead time* produksi sebelum dan setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Perbandingan Total *Lead Time* Sebelum dan Setelah Perbaikan

Lead Time Sebelum Perbaikan (menit)	Lead Time Setelah Perbaikan (menit)
3298,92	3176,115

Dari Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa *lead time* sebelum dilakukan perbaikan sebesar 3298,92 menit. Sedangkan *lead time* setelah perbaikan sebesar 3176,115 menit. Sehingga setelah dilakukan perbaikan, *lead time* mengalami penurunan sebesar 122,80 menit.

