

**USULAN PERBAIKAN UNTUK MEREDUKSI DEFECT PADA PRODUK
TOTEM COAT AND HAT STAND DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING
DAN METODE FAULT TREE ANALYSIS
(Studi Kasus di PT Barali Citramandiri)**

Diana Puspitasari, Arfan Bachtiar, Han Fajarusman*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT Barali Citramandiri merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai jenis produk *furniture* untuk dijual ke luar negeri. Pengamatan dilakukan pada satu jenis produk yakni *totem coat and hat stand* karena produk ini sering tidak mencapai target permintaan pelanggan. Dari hasil pengamatan, diketahui masalah yang terjadi adalah tidak tercapainya jumlah permintaan pelanggan dimana perusahaan hanya mampu memproduksi 39 unit produk, sedangkan permintaan pelanggan 48 unit produk. Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan pendekatan *lean manufacturing*. *Tools* yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* (VSM). Dari hasil VSM dapat diketahui berbagai pemborosan (*waste*) yang dapat berpotensi menyebabkan tidak tercapainya permintaan pelanggan. *Waste-waste* tersebut antara lain adanya *waiting* yang lama, *inventory* tinggi, *unnecessary motion*, dan *defect* pada part kaki. Dari keempat *waste* tersebut, *waste defect* pada part kaki paling berpotensi menyebabkan tidak tercapainya permintaan pelanggan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mereduksi *defect* pada part kaki. Metode yang digunakan adalah *fault tree analysis* untuk mengidentifikasi berbagai akar penyebab dari *defect* pada part kaki. Dari hasil *fault tree analysis*, diketahui terdapat tiga faktor penyebab *defect* pada part kaki yakni faktor manusia, mesin, dan material. Kemudian dilakukan perbaikan untuk menyelesaikan akar penyebab terjadinya *defect* part kaki. Usulan perbaikan tersebut diantaranya menerapkan manajemen perawatan mesin terutama mesin *benso*, melakukan pelatihan kerja untuk setiap pekerja yang akan mengoperasikan mesin tertentu, dan menentukan jumlah tenaga kerja yang optimal di stasiun kerja pembahanan. Dari hasil pengolahan data, diperoleh hasil jumlah pekerja pada stasiun kerja pembahanan adalah 6 orang. Dengan beberapa usulan perbaikan ini diharapkan dapat mereduksi jumlah *defect* pada part kaki sehingga permintaan pelanggan dapat tercapai.

Kata kunci : *lean manufacturing, fault tree analysis, furniture*

Abstract

Proposed improvement for reduction defect of totem coat and hat stand product with lean manufacturing approach and fault tree analysis method (Case study in PT Barali Citramandiri). PT Barali Citramandiri is a manufacturing factory that produces various of furniture products to be sold abroad. Observation is made on the one of product type that totem coat and hat stand because this product often can not reach customer demand. From the observation, the problem is found that the number of customer demand for this product is not achieving. The factory can produce 39 units of product, while customer demand is 48 units of product. To overcome this problem, used lean manufacturing approach. The tools which used is Value Stream Mapping (VSM). From the result of VSM, can identification various waste which potentially cause not reach customer demand. The waste is waiting, high inventory, unnecessary motion, and defect on the foot part. Waste defect on the foot part is the most potentially cause not reach customer demand. The main purpose of this research is to reduce the defect on the foot part that high enough. The method used is fault tree analysis to determine the root cause of a defect in the foot part. From the results of fault tree analysis, there are three factors which cause defects in the foot part that is human factors, machine, and material. Then to reduce this potential root causes used time measurement method to calculate the amount of labor required. Proposed amount of labor performed for the "pembahanan" work station because the defect

of foot part which high occurred at the “pembahanan” work station. The results is the number of workers at the “pembahanan” work station is 6 people, increase 2 people from the number of workers previously only 4 people. Proposed number of workers is expected can reduce the number of defects on the foot part which high enough, so that customer demand will be achieved.

Keywords : *lean manufacturing, fault tree analysis, furniture*

PENDAHULUAN

Efisiensi dan daya saing perusahaan adalah dua tantangan penting dalam pasar global saat ini, khususnya pada perusahaan *furniture* di Indonesia. Perusahaan *furniture* di Indonesia saat ini telah berkembang pesat. Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (2017), jumlah industri *furniture* di Indonesia saat ini ada 635 perusahaan, sehingga setiap perusahaan akan bersaing untuk menghasilkan produk yang berkualitas agar dapat unggul dari perusahaan lainnya. Produk *furniture* merupakan salah satu komoditas utama dari penjualan ekspor yang dapat meningkatkan devisa negara, sehingga produk yang dihasilkan harus berkualitas atau tidak memiliki *defect* untuk dapat meningkatkan penjualan. Oleh sebab itu dilakukan penelitian pada perusahaan *furniture* yang berorientasi ekspor untuk mengetahui apakah produk *furniture* yang dihasilkan masih terdapat *defect* atau tidak. Salah satu perusahaan *furniture* berorientasi ekspor yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah PT Barali Citramandiri. PT Barali Citramandiri adalah perusahaan yang mengolah kayu untuk diproduksi menjadi produk *furniture* seperti meja, kursi, rak tanaman, tempat lampu, dan lain-lain untuk diekspor. PT Barali Citramandiri berlokasi di Jalan Tapak Tugurejo, RT 04 / RW VI Kelurahan Tugurejo, Semarang.

Salah satu jenis produk yang akan diteliti adalah *totem coat and hat stand*, karena produk ini sering tidak mencapai target permintaan pelanggan. Produk *totem coat and hat stand* merupakan produk yang berfungsi sebagai gantungan jas, pakaian, dan topi. Produk ini tersusun atas 5 part antara lain kaki, *frame*, *center block*, *peg* atas, dan *peg* bawah. Proses produksi produk ini dimulai dari stasiun kerja pembahanan, konstruksi, *assembling*, revisi, *amplas*, dan *packing*. Berdasarkan pengamatan pada proses produksi produk *totem coat and hat stand*, dapat diketahui bahwa masalah yang terjadi adalah tidak terpenuhinya permintaan pelanggan, dimana perusahaan hanya memproduksi 39 unit sedangkan permintaan pelanggan 48 unit. Dampak yang ditimbulkan dari permintaan yang tidak terpenuhi ini yakni dapat menyebabkan turunnya permintaan pelanggan terhadap produk *totem coat and hat stand* dan menurunnya nilai penjualan. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan pendekatan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (*waste*) melalui serangkaian aktivitas perbaikan (*improvement*) (Gaspersz, 2007). Tools yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Value Stream Mapping* (VSM). *Value Stream Mapping* merupakan alat untuk memetakan aliran proses yang membantu mengidentifikasi berbagai macam faktor seperti *value added time*, *non value added time*, waktu siklus, waktu *set up*, dan sebagainya (Venkataraman et al, 2014). Dari hasil VSM dapat diketahui berbagai *waste* yang berpotensi menyebabkan tidak tercapainya permintaan pelanggan antara lain *defect* pada part kaki yang cukup tinggi, waktu menunggu yang lama, melakukan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah pada produk (*unnecessary motion*), dan *unnecessary inventory*. Dari keempat *waste* tersebut, *waste* yang paling berpotensi menyebabkan tidak terpenuhinya jumlah permintaan pelanggan adalah *waste defect* pada part kaki yang cukup tinggi yakni 33 unit kaki. Oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan untuk mereduksi *waste defect* pada part kaki *totem coat and hat stand* dengan cara mencari akar penyebab dari *defect* yang terjadi pada part kaki dengan metode *Fault Tree Analysis* dan memberikan solusi untuk mereduksi akar penyebab masalah tersebut agar jumlah permintaan pelanggan dapat terpenuhi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah pada proses produksi produk *totem coat and hat stand*, mengidentifikasi akar penyebab masalah *defect* pada part kaki yang cukup tinggi, dan memberikan usulan perbaikan untuk mereduksi *defect* pada part kaki yang cukup tinggi. Adapun pembatasan masalah antara lain produk yang diteliti adalah produk *totem coat and hat stand*, waktu siklus untuk part *center block* dan part *peg* tidak diukur karena masih ada persediaan yang jumlahnya masih mencukupi serta faktor penyebab masalah yang akan direduksi adalah

defect pada part kaki yang cukup tinggi, karena *waste* tersebut yang paling berpotensi menyebabkan tidak tercapainya jumlah permintaan pelanggan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk membuat deskripsi secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat populasi daerah tertentu. Metode yang digunakan yaitu observasi dan wawancara. Observasi dilakukan secara langsung di lantai produksi PT Barali Citramandiri. PT Barali Citramandiri merupakan perusahaan yang memproduksi produk *furniture* untuk dijual ke luar negeri (ekspor). Alat bantu yang digunakan saat observasi yaitu *stopwatch* untuk mengukur waktu siklus tiap proses, waktu set up dan waktu repair. Selain itu metode wawancara dilakukan untuk mengetahui nama mesin, fungsi mesin, komponen-komponen penyusun produk, aliran informasi, dan aliran produksi produk *totem coat and hat stand*.

Kerangka Pikir

Kerangka pikir berfungsi sebagai penyajian gambaran penelitian untuk mempermudah memahami penelitian. Kerangka pikir ini menjelaskan mengenai latar belakang penelitian yang diangkat hingga menghasilkan hasil akhir yang sesuai dengan harapan. Kerangka pikir penelitian dimulai dari pemilihan tema yakni mengenai *lean manufacturing*. Lalu menentukan objek penelitian di PT Barali Citramandiri. Setelah dilakukan observasi lapangan, ditemukan masalah yakni tidak tercapainya permintaan pelanggan, dimana perusahaan hanya mampu memproduksi 39 unit produk dari jumlah yang dipesan sejumlah 48 unit produk. Tidak tercapainya permintaan pelanggan ini disebabkan karena adanya beberapa pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi seperti adanya *defect* pada part kaki, *waiting* yang lama, *unnecessary motion*, dan adanya *inventory* pada part *peg* dan *center block*. Tahapan penelitian dimulai dari observasi lapangan selama dua Minggu mulai hari Senin hingga hari Jumat. Kemudian mengidentifikasi aliran produksi produk *totem coat and hat stand* mulai dari bahan baku hingga proses *packing*. Lalu mengukur waktu siklus tiap proses menggunakan *stopwatch*. Setelah itu membuat *Value Stream Mapping* sehingga akan terlihat aliran produksi dan informasi produk, waktu siklus tiap proses, dan *waste-waste* yang terjadi. Selanjutnya mengidentifikasi akar penyebab *waste defect* pada part kaki menggunakan *Fault Tree Analysis*, dan memberikan usulan perbaikan pada akar penyebab *waste* tersebut. Hasil akhir penelitian ini adalah mengidentifikasi berbagai aktivitas yang bernilai tambah dan aktivitas yang tidak bernilai tambah, mengetahui akar penyebab masalah *defect* pada part kaki, dan memberikan usulan perbaikan untuk mereduksi akar penyebab *defect* pada part kaki.

Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan terdiri dari studi lapangan dan studi pustaka. Pada studi lapangan yakni melakukan observasi di lantai produksi PT Barali Citramandiri. Observasi dilakukan setiap hari Senin sampai dengan Jumat mulai pukul 07.30 WIB hingga 16.30 WIB. Dari hasil observasi dapat diketahui aliran produksi dan aliran informasi produk *totem coat and hat stand* mulai dari pemesanan produk oleh pelanggan hingga pengiriman produk jadi. Aliran produksi untuk produk *totem coat and hat stand* yakni dimulai dari stasiun kerja pembahanan, konstruksi, *assembling*, revisi, amplas, dan terakhir stasiun kerja *packing*. Selain itu pada studi lapangan juga dilakukan pengukuran waktu siklus tiap proses menggunakan *stopwatch*. Sedangkan studi pustaka merupakan referensi yang digunakan peneliti untuk memperoleh teori mengenai topik yang dipilih. Referensi yang digunakan bersumber dari jurnal nasional dan internasional, buku, laporan tugas akhir serta *e-book* yang diperoleh dari internet.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh berdasarkan hasil pengamatan langsung di lantai produksi. Data primer pada penelitian ini adalah waktu siklus tiap proses produksi produk *totem coat and hat stand*. Pengukuran waktu siklus dilakukan langsung

pada lini produksi PT Barali Citramandiri menggunakan *stopwatch*. Di PT Barali Citramandiri terdapat tujuh stasiun kerja dalam memproses produk yaitu *sawmill*, pembahanan, konstruksi, *assembling*, revisi, amplas, dan *packing*. Tiap stasiun kerja terdapat beberapa operasi. Akan tetapi pada proses produksi produk *totem coat and hat stand* hanya 6 stasiun kerja yang digunakan yakni stasiun kerja pembahanan, konstruksi, *assembling*, revisi, amplas, dan *packing*. Stasiun kerja *sawmill* tidak digunakan karena saat itu masih tersedia bahan baku berupa papan kayu. Selain itu teknik wawancara juga dilakukan dalam pengambilan data yang berkaitan dengan nama mesin, fungsi mesin, komponen-komponen penyusun produk, aliran informasi, dan aliran produksi *totem coat and hat stand*, dan lain-lain. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan seperti sejarah berdirinya perusahaan, struktur organisasi, jumlah pekerja, dan sebagainya.

Pengolahan Data

Pengolahan data diantaranya menggambarkan aliran produksi dan informasi produk *totem coat and hat stand*. Lalu menghitung waktu rata-rata tiap proses menggunakan microsoft excel. Kemudian mengidentifikasi aktivitas yang memiliki nilai tambah dan aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Lalu menjumlahkan dan mempersentasekan waktu aktivitas yang bernilai tambah dan menjumlahkan waktu aktivitas yang tidak bernilai tambah. Setelah itu membuat *Value Stream Mapping* menggunakan microsoft visio. *Value Stream Mapping* menggambarkan aliran produksi dan aliran informasi produk mulai dari pemesanan produk hingga pengiriman produk. Dari VSM ini dapat terlihat *waste-waste* apa saja yang terjadi di rantai produksi, diantaranya *defect* pada part kaki yang cukup tinggi, waktu menunggu yang lama, melakukan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah pada produk (*unnecessary motion*), dan *unnecessary inventory*. Dari keempat *waste* tersebut, *waste* yang paling menyebabkan tidak terpenuhinya jumlah permintaan pelanggan adalah *defect* pada part kaki yang cukup tinggi yakni 33 unit kaki. Selanjutnya mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *defect* pada part kaki menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Kemudian menghitung waktu baku tiap proses dan menghitung jumlah tenaga kerja di stasiun kerja pembahanan sebagai solusi perbaikan untuk mereduksi *waste defect* pada part kaki *totem coat and hat stand* yang cukup tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Pembahanan

Pengukuran waktu siklus di stasiun kerja pembahanan dilakukan hanya untuk part kaki, karena part yang lain seperti part *center block* dan *peg* tidak diproduksi lagi dikarenakan masih ada stok yang mencukupi, sedangkan untuk part *frame* menggunakan bahan sisa dari part lain sehingga prosesnya tidak melalui stasiun kerja pembahanan. Jumlah pengukuran dilakukan 20 kali untuk setiap proses. Jumlah pekerja yang bekerja saat itu adalah 4 orang yang terdiri dari 2 orang pekerja *sawmill* dan 2 orang pekerja pembahanan. Formulasi untuk menghitung waktu siklus rata-rata dapat dilihat pada persamaan 1 (Wignjosubroto, 1995) :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

\bar{X} : Waktu siklus rata-rata (detik / unit)

X_i : Waktu siklus ke-i (detik / unit)

N : Jumlah pengukuran

Rekapitulasi waktu siklus rata-rata tiap proses di stasiun kerja pembahanan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Pembahanan

Nama Proses	Waktu Siklus Rata-Rata (menit/<i>batch</i>)
Memotong papan kayu	16,16
Membelah papan kayu	8
Menyerut papan kayu	18,04
Mengurangi tebal papan kayu	85,9
Menggambar pola part kaki	314,7
Memotong pola part kaki	488,03

Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Konstruksi

Pengukuran waktu siklus di stasiun kerja konstruksi dilakukan hanya untuk part kaki dan *frame*, karena part yang lain seperti part *center block* dan *peg* tidak diproduksi lagi dikarenakan masih ada stok yang mencukupi. Akan tetapi untuk part *center block* penulis memperoleh informasi mengenai waktu siklus proses bubut dan proses rotering dari pekerja konstruksi. Proses yang dilalui oleh part kaki yakni dari proses membuat lengkungan pada part kaki hingga proses meratakan permukaan bagian atas part kaki. Lalu proses yang dilalui oleh part *frame* yakni dari proses membelah part *frame* hingga proses membuat sambungan pada *frame*, sedangkan untuk part *center block* yakni proses bubut dan rotering. Jumlah pekerja di stasiun kerja konstruksi adalah 4 orang. Rekapitulasi waktu siklus rata-rata tiap proses di stasiun kerja konstruksi dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Konstruksi

Nama Proses	Waktu Siklus Rata-Rata (menit/<i>batch</i>)
Membuat lengkungan pada part kaki	72,89
Membuat lubang untuk <i>frame</i> pada part kaki	74,59
<i>Boring</i> untuk sekrup pada part kaki	87,33
<i>Boring</i> untuk <i>peg</i> bawah pada part kaki	55,44
<i>Sanding</i> part kaki	416,43
Membelah tirus part kaki	153,65
<i>Boring</i> untuk <i>peg</i> atas pada part kaki	52,03
Meratakan permukaan bagian atas part kaki	34,68
Membelah part <i>frame</i>	4,3
<i>Sanding</i> part <i>frame</i>	191,41
Memotong part <i>frame</i>	5,89
Memotong miring part <i>frame</i>	4,32
Memotong tengah part <i>frame</i>	18,11

Lanjutan Tabel 2 Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Konstruksi

Nama Proses	Waktu Siklus Rata-Rata (menit/<i>batch</i>)
Membuat sambungan pada <i>frame</i>	27
Membubut part <i>center block</i>	720
<i>Rotering</i> part <i>center block</i>	480

Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Amplas

Proses pengamplasan dikerjakan oleh 3 orang pekerja wanita dimana masing-masing mengerjakan proses yang berbeda. Proses amplas pertama yakni mengamplas dengan amplas kasar secara manual. Proses amplas kedua yakni mengamplas dengan amplas kasar dengan menggunakan mesin gerinda, sedangkan amplas ketiga yakni proses mengamplas dengan amplas halus menggunakan mesin gerinda. Rekapitulasi waktu siklus rata-rata tiap proses di stasiun kerja amplas dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Amplas

Nama Proses	Waktu Siklus Rata-Rata (menit/<i>batch</i>)
Mengamplas dengan amplas kasar secara manual	403,13
Mengamplas dengan amplas kasar menggunakan mesin gerinda	156,62
Mengamplas dengan amplas halus menggunakan mesin gerinda	724,33

Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Revisi

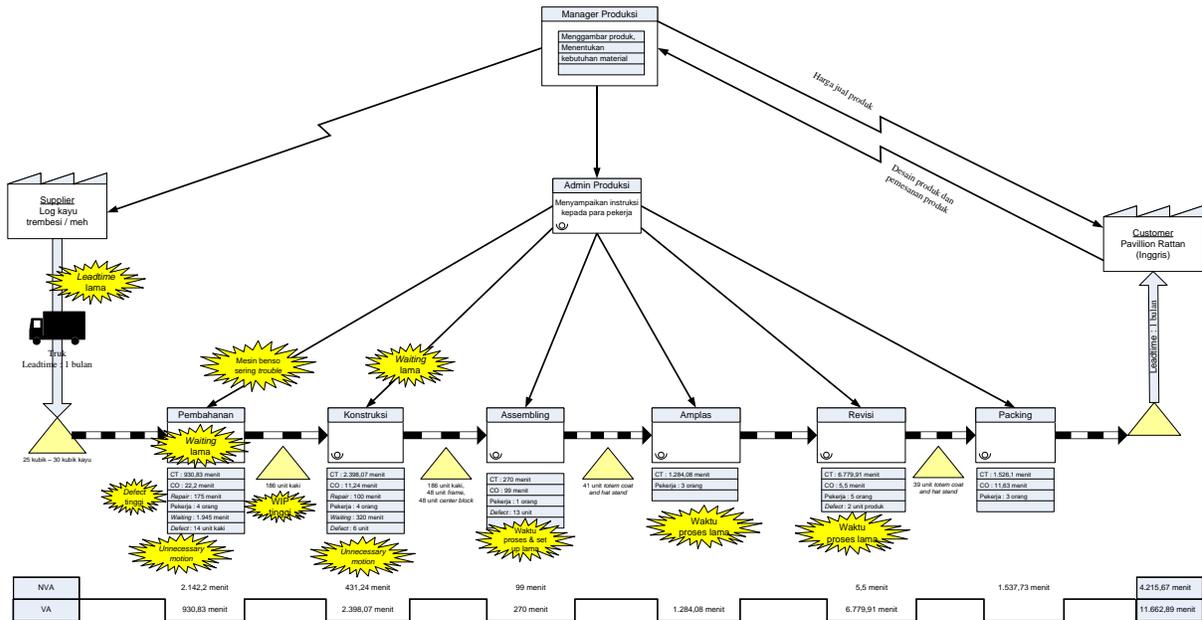
Proses revisi dikerjakan oleh 4 orang pekerja dibantu 2 orang pekerja dari stasiun kerja pembahanan. Rekapitulasi waktu siklus rata-rata tiap proses di stasiun kerja amplas dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-Rata tiap Proses di Stasiun Kerja Revisi

Nama Proses	Waktu Siklus Rata-Rata (menit/<i>batch</i>)
Mengamplas setelah dirakit	363,63
Menutup lubang untuk sekrup	406,53
Mengamplas setelah menutup lubang	336,86
Memasang part <i>peg</i> atas dan <i>peg</i> bawah	256,15
Mengamplas setelah memasang part <i>peg</i>	5.220,67
Pemeriksaan akhir	196,07

Value Stream Mapping Produk Totem Coat and Hat Stand

Value stream mapping ini digunakan untuk menggambarkan aliran produksi dan aliran informasi produk totem coat and hat stand. Selain itu, dari value stream mapping dapat diketahui aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah serta waktu siklus rata-rata tiap aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dari produk totem coat and hat stand. Value Stream Mapping produk totem coat and hat stand dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1 Value Stream Mapping Produk Totem Coat and Hat Stand

Fault Tree Analysis

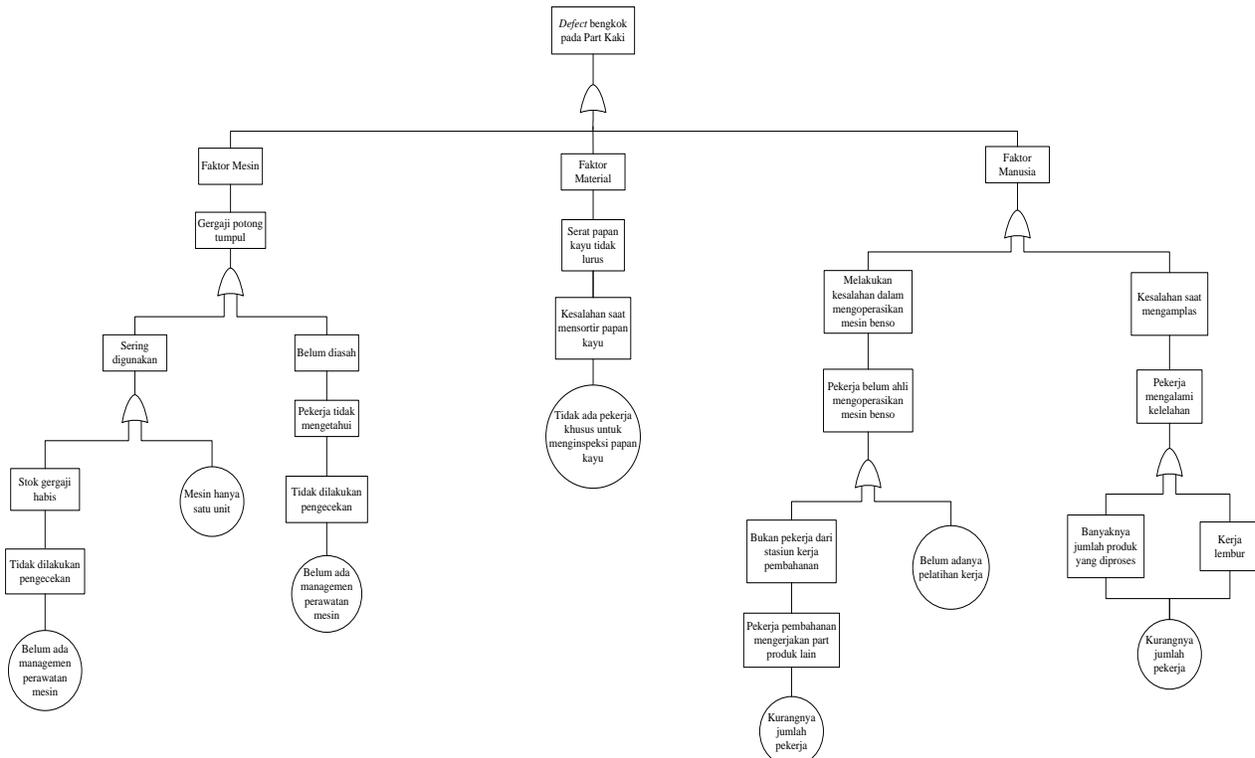
Fault Tree Analysis digunakan untuk mengetahui akar penyebab dari suatu masalah. Adapun simbol - simbol yang sering digunakan dalam fault tree analysis dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5 Simbol-Simbol Fault Tree Analysis

Simbol	Keterangan	Penjelasan
	Event	Kesalahan karena satu atau lebih penyebab.
	OR gate	Kejadian output terjadi jika salah satu kejadian input terjadi.
	AND gate	Kejadian output terjadi jika seluruh kejadian input terjadi secara serentak.
	Basic event	Pemula kesalahan yang tidak membutuhkan pengembangan lebih lanjut.
	Transfer in / out	Fault tree dikembangkan lebih lanjut pada kejadian transfer out yang bersamaan.

Sumber : Pyzdex (2002)

Dalam penelitian ini diketahui bahwa masalah yang terjadi di PT Barali Citramandiri adalah tidak tercapainya permintaan pelanggan untuk produk *totem coat and hat stand*. Penyebab yang paling potensial adalah terjadinya *defect* yang cukup tinggi pada part kaki. Oleh sebab itu dilakukan analisis akar penyebab mengapa bisa terjadi *defect* yang cukup tinggi pada part kaki. *Fault Tree Analysis* untuk *defect* yang cukup tinggi pada part kaki dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2 *Fault Tree Analysis*

Dari gambar terlihat bahwa faktor-faktor yang menyebabkan *defect* pada part kaki antara lain faktor mesin, material, dan manusia. Faktor mesin disebabkan oleh gergaji potong pada mesin pemotong pola (*benso machine*) tumpul. Hal ini disebabkan karena gergaji potong sering digunakan dan belum diasah. Gergaji potong sering digunakan karena mesin pemotong pola hanya satu unit dan stok gergaji yang tajam telah habis. Habisnya stok gergaji ini karena pekerja tidak melakukan pengecekan. Pengecekan tidak dilakukan oleh pekerja karena belum adanya manajemen perawatan mesin yang baik di perusahaan. Kemudian gergaji potong belum diasah karena pekerja tidak mengetahui kondisi gergaji ketika akan digunakan disebabkan karena pekerja tidak melakukan pengecekan terlebih dahulu ketika akan menggunakan mesin benso. Hal ini terjadi karena belum adanya manajemen perawatan mesin yang baik dari perusahaan. Oleh sebab itu perusahaan perlu menerapkan manajemen perawatan yang baik dimana setiap pekerja diwajibkan melakukan pengecekan terhadap mesin sebelum digunakan agar mesin bekerja secara prima sehingga aliran produksi dapat berjalan dengan lancar dan dapat memperoleh hasil produksi yang baik.

Kemudian faktor berikutnya yang menyebabkan *defect* pada part kaki adalah faktor material. Faktor material disebabkan oleh serat papan kayu yang tidak lurus. Penyebabnya karena adanya kesalahan dari pekerja dari stasiun kerja pembaharuan saat mensortir papan kayu sehingga serat papan kayu yang bengkok ada yang masuk dalam proses produksi. Hal ini disebabkan karena tidak ada pekerja khusus untuk menginspeksi papan kayu. Apabila ada pekerja khusus inspeksi maka kemungkinan papan kayu yang kurang baik masuk ke dalam proses produksi lebih kecil karena pekerja inspeksi lebih mengetahui papan kayu yang baik dan lebih teliti dibandingkan pekerja biasa. Untuk itu perusahaan sebaiknya memiliki pekerja khusus

untuk inspeksi atau memberikan pelatihan kepada para pekerja bagaimana memilih papan kayu yang baik agar papan kayu yang masuk dalam proses produksi memiliki kualitas yang baik.

Lalu pada faktor manusia disebabkan karena pekerja melakukan kesalahan saat mengoperasikan mesin *benso* dan melakukan kesalahan saat mengamplas produk. Kesalahan saat mengamplas produk terjadi karena pekerja mengalami kelelahan. Kelelahan yang dialami pekerja disebabkan karena pekerja lembur selama 3 jam dan banyaknya jumlah produk yang diproses yakni 41 unit produk. Hal ini terlihat dari waktu siklus rata-rata per unit pada proses mengamplas setelah memasang part *peg* yakni 127,3 menit atau 2,12 jam. Apabila dikalikan 41 unit maka menjadi 87 jam dengan jumlah pekerja 3 orang. Sehingga tiap pekerja bekerja 11 jam selama 3 hari. Kelelahan pada pekerja ini membuat pekerja tidak fokus sehingga melakukan kesalahan, dimana saat mengamplas terlalu banyak memakan, yang membuat tebal dari part kaki berkurang. Kemudian kesalahan saat mengoperasikan mesin *benso* terjadi karena pekerja belum ahli dalam mengoperasikan mesin *benso*. Hal ini disebabkan karena pekerja yang mengoperasikan mesin *benso* bukan dari pekerja stasiun kerja pembahan serta belum adanya pelatihan kerja. Saat pengamatan di lapangan, pekerja yang mengoperasikan mesin *benso* adalah pekerja dari stasiun kerja *sawmill* yang ikut membantu di stasiun kerja pembahan, karena pekerja pembahan sedang mengerjakan part produk lain. Hal ini dikarenakan kurangnya jumlah pekerja di stasiun kerja pembahan. Oleh sebab itu perusahaan perlu melakukan pelatihan kerja bagi setiap pekerja yang akan mengoperasikan mesin tertentu khususnya mesin *benso* serta melakukan perencanaan jumlah tenaga kerja yang optimal pada stasiun kerja pembahan.

Rata-Rata Waktu Siklus Proses Memotong Papan Kayu

Waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu unit part dalam suatu mesin. Pengukuran waktu siklus proses memotong papan kayu dilakukan secara langsung di mesin pemotong (*cross cut machine*) menggunakan alat ukur *stopwatch*. Pengukuran waktu dilakukan sebanyak 20 kali. Cara menghitung waktu siklus rata-rata dapat dilihat pada persamaan (1). Perhitungan waktu siklus rata-rata proses memotong papan kayu sebagai berikut :

$$\sum_{i=1}^{16} X_i = 27,7 + 36,13 + \dots + 48,3 = 614,96 \text{ detik}$$

$$\bar{X} = \frac{614,96}{16} = 38,44 \text{ detik}$$

Standar Deviasi Proses Memotong Papan Kayu

Standar deviasi menunjukkan penyimpangan standar dari pengukuran waktu yang dilakukan. Jika standar deviasi kecil maka penyimpangan terhadap waktu rata-rata juga kecil, begitu juga sebaliknya. Cara menghitung standar deviasi dapat dilihat pada persamaan (2) di bawah ini (Wignjosoebroto, 1995) :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

σ : Standar deviasi

\bar{X} : Waktu siklus rata-rata (detik / unit)

X_i : Waktu siklus ke-i (detik / unit)

N : Jumlah pengukuran

Perhitungan standar deviasi proses memotong papan kayu sebagai berikut :

$$\sum (X_i - \bar{X})^2 = (27,7 - 38,44)^2 + (36,13 - 38,44)^2 + \dots + (48,3 - 38,44)^2 = 587,08$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{587,08}{15}} = 6,26$$

Uji Keseragaman Data Proses Memotong Papan Kayu

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengeluarkan pengukuran waktu yang ekstrim yakni waktu yang perbedaan terhadap waktu rata-rata terlalu besar atau terlalu kecil. Dalam uji keseragaman ini digunakan tingkat kepercayaan 95% yang memiliki nilai konstanta 2 ($k = 2$). Data dikatakan seragam apabila seluruh waktu pengukuran tidak keluar dari batas kontrol atas (BKA) maupun batas kontrol bawah (BKB). Formulasi untuk menghitung uji keseragaman data dapat dilihat pada persamaan (3) dan (4) di bawah ini (Wignjosoebroto, 1995) :

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \dots \dots \dots (3)$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

BKA : Batas Kontrol Atas

BKB : Batas Kontrol Bawah

k : Konstanta

σ : Standar deviasi

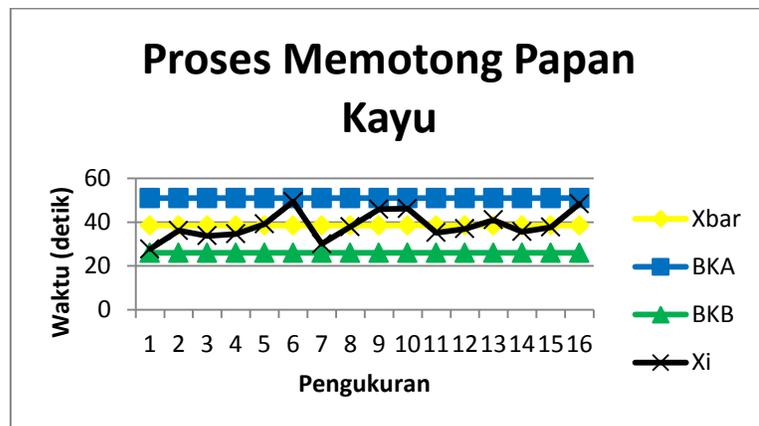
\bar{X} : Waktu siklus rata-rata (detik / unit)

Apabila ada data keluar dari batas kontrol, maka data-data tersebut tidak diikutsertakan dalam perhitungan.

Perhitungan uji keseragaman data untuk proses memotong papan kayu adalah sebagai berikut :

$$BKA = 38,44 + 2(6,26) = 50,95 \text{ detik}$$

$$BKB = 38,44 - 2(6,26) = 25,92 \text{ detik}$$



Gambar 3 Uji Keseragaman Data Proses Memotong Papan Kayu

Uji Kecukupan Data Proses Memotong Papan Kayu

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah pengukuran yang dilakukan di lapangan sudah mencukupi atau belum. Jumlah pengukuran di lapangan dikatakan cukup apabila jumlahnya lebih dari atau sama dengan jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan. Dalam proses ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 10% yang artinya sekurang-kurangnya 95 dari 100 nilai rata-rata dari waktu yang diukur untuk proses memotong papan kayu akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 10%. Formulasi untuk menghitung uji kecukupan data dapat dilihat pada persamaan (5) di bawah ini (Barnes, 1980) :

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

N' : Jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan

N : Jumlah pengukuran yang dilakukan di lapangan

s : Derajat ketelitian

k : Konstanta

X_i : Waktu siklus ke-i (detik / unit)

Analisa kecukupan data :

Apabila N' ≤ N, maka jumlah data sudah cukup

Apabila N' > N, maka jumlah data belum cukup

Perhitungan uji kecukupan data untuk proses memotong papan kayu adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{2/0,1 \sqrt{16 \times 24.223,1 - 378.175,8}}{614,96} \right]^2 = 9,94 \approx 10$$

N' < N (10 < 16), sehingga data dikatakan cukup.

Menghitung Waktu Normal Proses Memotong Papan Kayu

Performance rating menggunakan sistem *westing house* dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 Performance Rating dengan Sistem Westing House

SKILL			EFFORT		
+ 0,15	A1	<i>Superskill</i>	+ 0,13	A1	<i>Superskill</i>
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	<i>Excellent</i>	+ 0,10	B1	<i>Excellent</i>
+ 0,08	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,06	C1	<i>Good</i>	+ 0,05	C1	<i>Good</i>
+ 0,03	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
- 0,05	E1	<i>Fair</i>	- 0,04	E1	<i>Fair</i>
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	<i>Poor</i>	- 0,12	F1	<i>Poor</i>
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0,06	A	<i>Ideal</i>	+ 0,04	A	<i>Ideal</i>
+ 0,04	B	<i>Excellent</i>	+ 0,03	B	<i>Excellent</i>
+ 0,02	C	<i>Good</i>	+ 0,01	C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
- 0,03	E	<i>Fair</i>	- 0,02	E	<i>Fair</i>
- 0,07	F	<i>Poor</i>	- 0,04	F	<i>Poor</i>

Sumber : Wignjosoebroto (1995)

Perhitungan *performance rating* proses memotong papan kayu menggunakan sistem *westing house* adalah sebagai berikut:

- *Good skill* (C1) : 0,06
- *Good effort* (C1) : 0,05

- *Average condition* (C) : 0,02
- *Good consistency* (C) : 0,01
- Total : 0,14

$Performance\ rating = 1 + 0,14 = 1,14$

sehingga diperoleh waktu normal sebagai berikut :

Waktu normal = $38,44 \times 1,14$
 = 43,82 detik / unit

Menghitung Waktu Baku Proses Memotong Papan Kayu

Penetapan *Allowance* menurut Sitalaksana (1979). Perhitungan *allowance* proses memotong papan kayu adalah sebagai berikut :

- Tenaga yang dikeluarkan (sangat ringan) : 6%
- Sikap kerja (berdiri diatas dua kaki) : 1%
- Temperatur (normal) : 2%
- Keadaan atmosfer (kurang baik) : 5%
- Kebutuhan pribadi : 2%
- Total : 16%

Formulasi untuk menghitung waktu baku dapat dilihat pada persamaan (6) di bawah ini :

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance} \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga diperoleh waktu baku berdasarkan persamaan (6) sebagai berikut :

$W_b = 43,82 \times \frac{100\%}{100\% - 16\%} = 52,16\ detik/unit\ atau\ 0,87\ menit/unit$

Rekapitulasi Waktu Baku tiap Proses di Stasiun Kerja Pembahanan

Dalam menentukan jumlah tenaga kerja, membutuhkan data-data seperti waktu baku dari seluruh proses di stasiun kerja pembahanan yang dilalui oleh part produk *totem coat and hat stand*, jumlah produksi yang harus dibuat, dan waktu kerja efektif. Waktu baku dari seluruh proses di stasiun kerja pembahanan telah dihitung dalam pengolahan data. Rekapitulasi waktu baku di stasiun kerja pembahanan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Rekapitulasi Waktu Baku di Stasiun Kerja Pembahanan

No	Nama Proses	Waktu Baku (menit/unit)
1	Memotong papan kayu	0,87
2	Membelah papan kayu	0,38
3	Menyerut papan kayu	0,67
4	Mengurangi tebal papan kayu	3,39
5	Menggambar pola part kaki	1,43
6	Memotong pola part kaki	3,19

Selanjutnya, menentukan waktu kerja efektif selama 1 bulan. Dalam 1 bulan terdapat 22 hari kerja dimana 1 Minggu hanya 5 hari kerja yakni hari Senin hingga Jumat. Dalam satu hari tersedia 8 jam kerja atau 480 menit, mulai dari jam 07.30 hingga 16.30 wib. Sehingga waktu kerja efektif selama 1 bulan adalah 10.560 menit. Setelah diperoleh waktu baku dan waktu kerja efektif maka dapat ditentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan di stasiun kerja pembahanan.

Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Proses Memotong Papan Kayu

Jumlah papan sebelum dibelah : 50 unit papan

Selesai dalam waktu 2 hari, sehingga :

$P = 25$ unit papan / hari

Waktu kerja efektif = $0,65 \times 25 = 16,16$ menit/unit

Formulasi untuk menghitung jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada persamaan (7) di bawah :

$$N = \frac{T \times P}{D \times E} \dots\dots\dots(7)$$

dimana :

T : Waktu baku pengerjaan yang ditetapkan untuk proses produksi yang diperoleh dari hasil *time study* (menit/unit).

P : Jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja (unit/hari).

N : Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk operasi produksi.

D x E : Periode waktu kerja efektif per periode yang berkaitan langsung dengan proses transformasi atau proses nilai tambah dalam proses produksi yang berlangsung (menit/hari).

Berdasarkan persamaan (7) diperoleh :

$$N = \frac{0,87 \times 25}{16,16} = 1,34 \approx 1 \text{ pekerja}$$

Rekapitulasi Usulan Jumlah Tenaga Kerja di Stasiun Kerja Pembahanan

Setelah diperoleh waktu baku dan waktu kerja efektif maka dapat ditentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan di stasiun kerja pembahanan. Rekapitulasi usulan jumlah tenaga kerja di stasiun kerja pembahanan dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini :

Tabel 8 Rekapitulasi Usulan Jumlah Tenaga Kerja di Stasiun Kerja Pembahanan

No	Nama Proses	Jumlah Tenaga Kerja (orang)
1	Memotong papan kayu	1
2	Membelah papan kayu	1
3	Menyerut papan kayu	1
4	Mengurangi tebal papan kayu	1
5	Menggambar pola part kaki	1
6	Memotong pola part kaki	1
Jumlah		6

Dari usulan perbaikan jumlah tenaga kerja terlihat bahwa terjadi penambahan jumlah pekerja sejumlah 2 orang, sehingga jumlah tenaga kerja di stasiun kerja pembahanan menjadi 6 orang dari sebelumnya hanya 4 orang. Tiap pekerja mengerjakan satu proses yang telah ditetapkan, akan tetapi perusahaan menerapkan sistem *batch flow* sehingga tugas pekerja dapat fleksibel mengikuti aliran produksi. Dengan penambahan jumlah tenaga kerja ini diharapkan dapat memperkecil *defect* yang terjadi pada part kaki *totem coat and hat stand*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah yang terjadi pada proses produksi *totem coat and hat stand* meliputi seluruh proses produksi *totem coat and hat stand* yang memberi nilai tambah pada produk seperti proses pemotongan, pembelahan, penyerutan, pengamplasan, dan lain-lain. Sedangkan aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*) yang menyebabkan tidak tercapainya permintaan pelanggan antara lain aktivitas *waiting* yang lama, adanya *inventory* pada part *peg* dan part *center block*, *defect* pada part kaki yang cukup tinggi, dan aktivitas *repair* yang dilakukan ketika proses produksi sedang berjalan. Dari keempat *waste* tersebut, *waste defect* pada part kaki paling berpotensi menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan pelanggan.
2. Penyebab tidak tercapainya jumlah permintaan pelanggan terhadap produk *totem coat and hat stand* adalah adanya *defect* pada part kaki yang cukup tinggi. Faktor penyebabnya berasal dari manusia, mesin, dan material. Akar penyebab yang ditimbulkan dari faktor manusia adalah kurangnya jumlah pekerja di stasiun kerja pembahanan dan belum adanya pelatihan kerja. Kemudian akar penyebab yang ditimbulkan dari faktor mesin adalah belum adanya manajemen perawatan mesin. Lalu pada faktor material penyebabnya adalah tidak ada pekerja yang bertugas khusus untuk menginspeksi papan kayu.
3. Usulan perbaikan yang diberikan untuk meminimalkan terjadinya *defect* pada part kaki yang menyebabkan tidak tercapainya permintaan pelanggan adalah :
 - 1) Perusahaan perlu menerapkan manajemen perawatan yang baik dimana setiap pekerja diwajibkan melakukan pengecekan terhadap mesin sebelum digunakan agar mesin bekerja secara prima sehingga aliran produksi dapat berjalan dengan lancar dan dapat memperoleh hasil produksi yang baik. Selain itu pekerja perlu mencatat setiap produk / part yang *reject* serta mesin yang bermasalah, sehingga dapat diketahui part apa yang sering terjadi *reject* dan mesin apa yang sering bermasalah agar cepat untuk diperbaiki.
 - 2) Sebaiknya perusahaan memiliki pekerja khusus untuk inspeksi atau memberikan pelatihan kepada para pekerja bagaimana memilih papan kayu yang baik agar papan kayu yang masuk dalam proses produksi memiliki kualitas yang baik.
 - 3) Perusahaan perlu mengadakan pelatihan kerja bagi setiap pekerja yang akan mengoperasikan mesin tertentu khususnya mesin *benso* serta melakukan perencanaan jumlah tenaga kerja yang optimal pada stasiun kerja pembahanan. Berdasarkan perhitungan pada pengolahan data, diperoleh jumlah tenaga kerja optimal yakni 6 orang pekerja. Dengan adanya penambahan jumlah tenaga kerja di stasiun kerja pembahanan dari 4 orang menjadi 6 orang, diharapkan dapat meminimalkan terjadinya *defect* pada part kaki sehingga permintaan pelanggan dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, R.M. 1980. *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*. New York : John Willey & Sons, Inc.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Hand Book*. Jakarta : Salemba Empat.
- Sutalaksana, D. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja dan Ergonomi*. Bandung : Departemen Teknik Industri ITB.
- Venkataraman, K. et al. 2014. Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science* 6, pp. 1187 – 1196.
- Wignjosobroto, S. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta : PT Guna Widya.
- <http://www.kemenperin.go.id/direktori-perusahaan?what=mebel&prov=0&hal=13> diakses pada tanggal 6 Januari 2017.

