

MINIMASI WASTE PADA PROSES PRODUKSI UNIT *HEAT EXCHANGER* DENGAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* DI PT. GUNTNER INDONESIA, BEJI - PASURUAN

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

CINDY LARASATI

NIM. 115060707111066

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

MINIMASI *WASTE* UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UNIT *HEAT EXCHANGER* DENGAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* DI PT. GUNTNER INDONESIA, BEJI - PASURUAN

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



CINDY LARASATI

NIM. 115060707111066

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 30 Januari 2017

Dosen Pembimbing I

Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002

Dosen Pembimbing II

Rakhmat Himawan, ST., M.Sc.
NIP. 2011068203031001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**

Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 30 Januari 2017

Mahasiswa



Cindy Larasati

NIM. 115060707111066

PENGANTAR

Pudji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu dilimpahkan kepada kita semua. Tidak lupa shalawat serta salam kita haturkan pada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “MINIMASI WASTE UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UNIT *HEAT EXCHANGER* DENGAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* DI PT. GUNTNER INDONESIA, BEJI – PASURUAN” ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari semua pihak yang telah banyak membantu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Eni dan Bapak Tukimin yang selalu mendidik, memberikan kasih sayang yang tak terhingga, serta doa yang tidak pernah terputus.
2. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri serta dosen pembimbing I, atas keteladanan, saran, arahan serta ilmu yang diberikan.
3. Bapak Rakhmat Himawan, ST., MSc. selaku Dosen Pembimbing II atas waktu yang telah diluangkan dan kesabaran dalam membimbing, memberikan arahan, motivasi serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
4. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Manajemen Sistem Industri atas bimbingan, arahan dan ilmu yang diberikan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Industri yang telah ikhlas memberikan ilmu yang sangat berguna bagi penulis.
6. Bapak dan Ibu karyawan di Jurusan Teknik Industri khususnya bagian *recording* yang telah banyak membantu dalam proses administrasi selama masa studi.
7. Bapak dan ibu karyawan PT. Guntner Indonesia yang telah meluangkan waktu untuk memberikan berbagai pengetahuan dan arahan selama pengerjaan skripsi .
8. Yossy Tri Syananta yang telah memberikan semangat dan kasih sayang dari awal kuliah sampai batas waktu yang tidak ditentukan.

9. Sahabat tercinta selama masa kuliah Julia Pertiwi, Risma Ariarti dan Rizki Desiarti yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, doa, serta setia mendampingi penulis dari awal studi hingga dapat menyelesaikan skripsi.
10. Teman kamar dan kos MT. Haryono XI no 357A, yang memberikan suasana ramai dan tawa.
11. Yesicca, Rian DNA, Umroh, Cicil, Terry, Atira dan Juni yang telah berkenan menjadi teman seperjuangan penyelesaian skripsi.
12. Keluarga mahasiswa Teknik Industri 2011 atas kerjasama dan dukungan dalam masa studi hingga penyelesaian skripsi.
13. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memenuhi sebagian kebutuhan referensi yang ada dan dapat memberikan manfaat. Kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung mendapat imbalan sepantasnya dari Allah SWT. Amin.

Malang, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Batasan Masalah.....	6
1.7 Asumsi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Pengukuran Kerja.....	9
2.2.1 Pengukuran Waktu Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>).....	9
2.3 Pemborosan (<i>Waste</i>).....	13
2.4 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	14
2.4.1 <i>Current State Map</i>	15
2.4.2 <i>Future State Map</i>	16
2.4.3 Langkah-langkah dalam menggambar <i>Value Stream Mapping</i>	16
2.4.4 Simbol-Simbol <i>Value Stream Mapping</i>	17
2.5 <i>Value Steam Mapping Tools</i> (VALSAT).....	20
2.5.1 <i>Process Activity Mapping</i>	20
2.6 <i>Fishbone Diagram</i>	21

BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.3 Langkah-Langkah Penelitian.....	25
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	31
4.1.1 Struktur Organisasi.....	32
4.1.2 Visi Dan Misi	34
4.1.3 Sistem Kerja	34
4.1.4 Tenaga Kerja	34
4.1.5 GEK (<i>Guntner Einbau Kaltezat</i>) Line.....	35
4.1.5.1 Prose Produksi GEK.....	35
4.1.6 Jenis Produk.....	38
4.2 Pengumpulan Data.....	39
4.2.1 Aliran Informasi	39
4.2.2 Aliran Material	40
4.2.3 <i>Breakdown</i> Aktivitas Dari Elemen Kerja Serta Waktu Siklus.....	41
4.3 Pengolahan Data	48
4.3.1 Perhitungan <i>Stopwatch Time Study</i> (STS)	48
4.3.1.1 Uji Keseragaman Data	48
4.3.1.2 Uji Kecukupan Data.....	49
4.3.1.3 Waktu Normal dan Waktu Baku	50
4.3.2 <i>Current State Map</i> (CSM).....	52
4.3.3 <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	59
4.3.4 Identifikasi <i>Waste</i>	71
4.3.5 <i>Fishbone Diagram</i>	72
4.4 Rekomendasi Perbaikan.....	78
4.5 <i>Future State Mapping</i> (FSM)	84
4.6 Analisis dan Pembahasan	86



BAB V PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	92

DAFTAR PUSTAKA





(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Jumlah Unit Yang Menunggu	3
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2	Faktor Penyesuaian Pada <i>Westinghouse Rating System</i>	11
Tabel 2.3	Definisi Dari Simbol VSM.....	17
Tabel 2.4	<i>Process Activity Mapping</i>	21
Tabel 4.1	Jumlah Tenaga Kerja Departemen GEK.....	35
Tabel 4.2	<i>Breakdown</i> Aktivitas Dan Waktu Standar.....	41
Tabel 4.3	STS Proses <i>Packing</i>	48
Tabel 4.4	Waktu Siklus Gek Tipe H	50
Tabel 4.5	Nilai <i>Performance Rating</i> Untuk Setiap Proses Kerja	50
Tabel 4.6	Faktor <i>Allowance</i> Pada Proses <i>Packing Unit</i>	51
Tabel 4.7	<i>Breakdown</i> Aktivitas Dan Waktu Standar (Menit)	52
Tabel 4.8	<i>Process Activity Mapping</i>	59
Tabel 4.9	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Tube Preparation</i>	67
Tabel 4.10	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Tube Assembly</i>	67
Tabel 4.11	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Electric Preparation</i>	68
Tabel 4.12	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Electric Assembly</i>	68
Tabel 4.13	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Vaccum And Charging</i> ...	69
Tabel 4.14	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>GEK Testing</i>	69
Tabel 4.15	Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada <i>Finishing and Packing</i> ...	70
Tabel 4.16	Total Elemen Kerja Berdasarkan Pengelompokan.....	70
Tabel 4.17	Total Waktu Pengelompokan Elemen Kerja	71
Tabel 4.18	Jumlah Permintaan Produk GEK Tipe H.....	79
Tabel 4.19	Perbandingan Waktu Pada CSM dan FSM	86
Tabel 4.20	Tabel Perbandingan VA,NVA, NNVA Dari Proses Produksi GEK Tipe H	87
Tabel 4.21	Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Desain <i>Layout</i>	87
Tabel 4.22	Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Desain <i>Working Card</i>	88
Tabel 4.23	Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Penambahan Jumlah Operator	89
Tabel 4.24	Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Anggaran Dana.....	89





DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Aliran Proses Produksi <i>Unit Heat Exchanger</i>	2
Gambar 1.2	<i>Waiting Time</i> Pada <i>Electric Assembly</i>	3
Gambar 1.3	Perbandingan <i>Planned Hours</i> dan <i>Actual Hours</i> PT.Guntner Indonesia.....	4
Gambar 2.1	Matriks <i>Process Activity Mapping</i>	20
Gambar 2.2	Kerangka <i>Fishbone Diagram</i>	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1	Struktur Organisasi PT. Guntner Indonesia	32
Gambar 4.2	Proses Produksi <i>GEK Line</i>	35
Gambar 4.3	<i>Tube preparation Process</i>	36
Gambar 4.4	<i>Tube Assembling Process</i>	36
Gambar 4.5	<i>Electric Assembling Process</i>	37
Gambar 4.6	<i>GEK Testing Process</i>	38
Gambar 4.7	<i>Finishing and packing Process</i>	38
Gambar 4.8	Contoh Produk PT Guntner.....	38
Gambar 4.9	Bagan Aliran Informasi <i>GEK</i>	39
Gambar 4.10	Uji Keseragaman Data <i>Packing Process</i>	49
Gambar 4.11	<i>Current State Map</i> Proses Produksi <i>GEK Tipe H</i>	58
Gambar 4.12	<i>Fishbone Diagram Waste Waiting time</i>	73
Gambar 4.13	<i>Fishbone Diagram Waste Unnecessary motion</i>	75
Gambar 4.14	<i>Fishbone Diagram Waste Transportation</i>	77
Gambar 4.15	Desain Awal Meja Proses Produksi <i>GEK Line</i>	82
Gambar 4.16	Desain Baru Meja Proses <i>GEK Line</i>	82
Gambar 4.17	Cara Kerja Desain Meja Baru Pada Proses Produksi <i>GEK Tipe H</i>	84
Gambar 4.18	<i>Future State Map</i> Proses Produksi <i>GEK Tipe H</i>	85

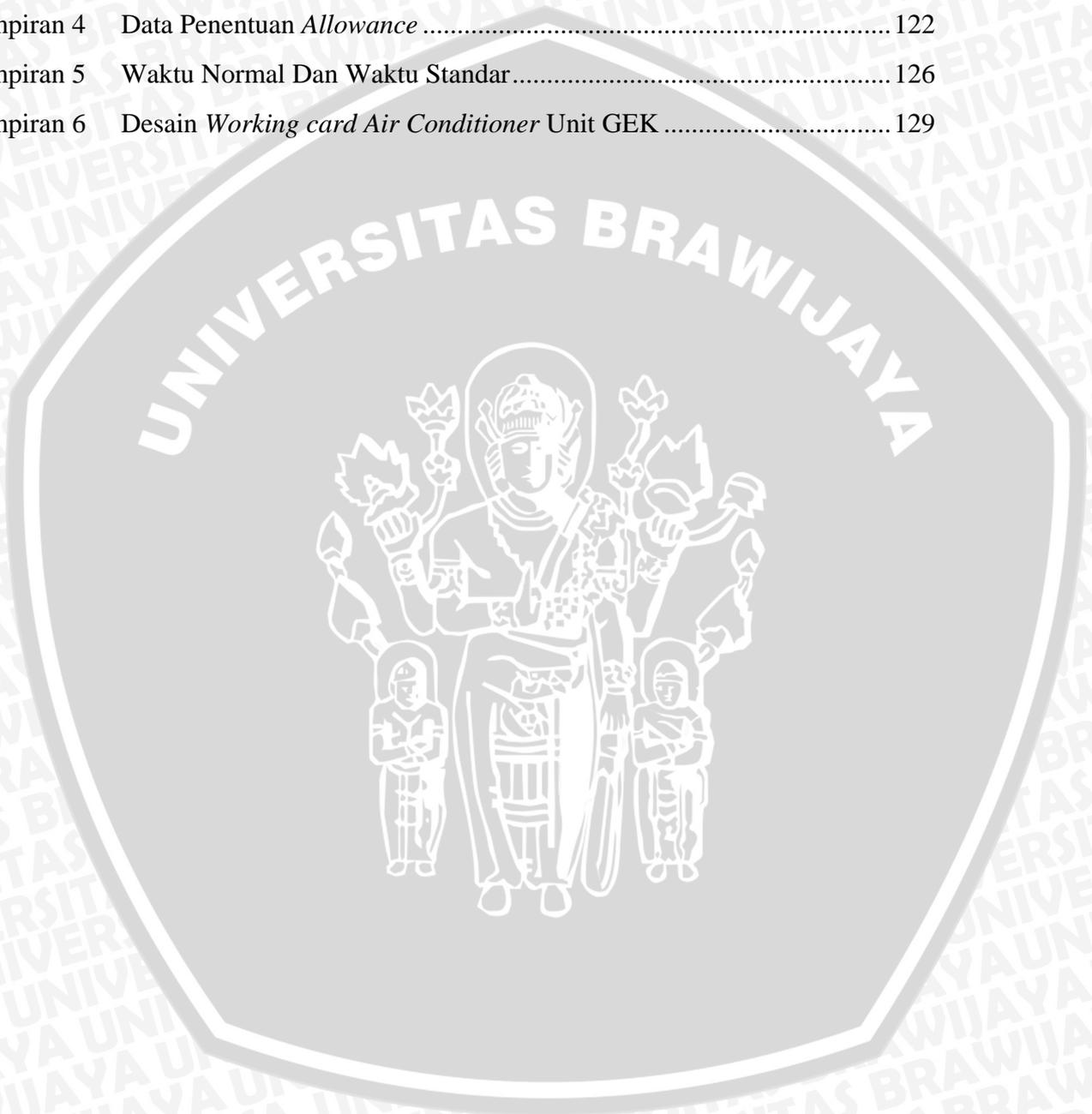


(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Waktu Siklus Aktivitas Pada Proses Produksi GEK Tipe H	95
Lampiran 2	Data Uji Keseragaman.....	118
Lampiran 3	Uji Kecukupan Data	120
Lampiran 4	Data Penentuan <i>Allowance</i>	122
Lampiran 5	Waktu Normal Dan Waktu Standar.....	126
Lampiran 6	Desain <i>Working card</i> Air Conditioner Unit GEK	129



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



RINGKASAN

Cindy Larasati, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2017, Minimasi *Waste* Untuk Perbaikan Proses Produksi Unit *Heat Exchanger* Dengan Metode *Value Stream Mapping* Di PT. Guntner Indonesia, Beji – Pasuruan, Dosen Pembimbing: Ishardita Pambudi Tama Dan Rakhmat Himawan.

PT. Guntner Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur pembuatan *Heat Exchanger Plug-in Refrigeration Unit* (pengubah suhu) dengan sistem produksi *make to order*. PT. Guntner Indonesia mengalami kendala dimana terdapat *waste* dalam proses produksi GEK tipe H. Hal ini menyebabkan perusahaan tidak dapat mencapai target harian yang telah ditetapkan. Pada observasi awal pada identifikasi 7 *waste* produksi didapatkan bahwa adanya *waste waiting time* dan *unnecessary motion* yang terjadi selama proses. Proses penentuan *waste* masih belum optimal karena masih ditemukannya *waste* lain yang terjadi secara berulang. *Value stream mapping* (VSM) merupakan metode yang dapat memetakan aliran produk dan aliran informasi dari suatu proses produksi.

Metode awal yang digunakan adalah *Value stream mapping* (VSM) dengan penggambaran aliran pada *current state map* (CSM) dan *future state map* (FSM). pada metode VSM akan menggunakan *tool* VALSAT yang berfungsi untuk mengevaluasi lebih detail aktivitas-aktivitas apa saja yang termasuk dalam *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but not value added* (NNVA). *Tool* VALSAT yang digunakan untuk *waste waiting time* dan *unnecessary motion* adalah *Process Activity Mapping* (PAM). aktivitas pada PAM akan diklasifikasikan ke dalam *delay*, *operation*, *storage*, *inspection* dan *transportation*. Hasil *breakdown* juga akan menampilkan besar prosentase waktu *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NNVA) dari tiap-tiap proses. Dari hasil PAM akan digunakan untuk identifikasi *waste* lain yang terjadi. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan analisa penyebab *waste* dengan *Fishbone Diagram*. Hasil yang didapatkan dari *fishbone diagram* merupakan faktor penyebab terjadinya *waste* dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan usulan perbaikan.

Hasil yang didapatkan dari analisis metode diatas yaitu adanya *waste transportation* yang teridentifikasi selain *waste waiting time* dan *unnecessary motion*. Dari CSM diketahui total waktu proses produksi GEK tipe H adalah 488,21 menit. dengan NVA sebesar 42,34 menit dengan rincian *transportation* sebesar 19,03 menit, *delay* sebesar 16,57 menit dan *operation* sebesar 6,74 menit. Faktor penyebab terjadinya ketiga *waste* tersebut dikarenakan kurangnya jumlah operator pada proses tertentu, ketidaksesuaian desain *layout*, kurang sesuainya desain *working card* dan keterbatasan biaya anggaran perusahaan. Solusi perbaikan yang dapat dijadikan pertimbangan yaitu penambahan 1 orang operator pada proses *electric assembly*, adanya perbaikan dari desain *layout* dengan memperhatikan analisis tata letak fasilitas, perbaikan dari segi metode kerja dilakukan dari perbaikan desain *working card*, serta adanya alternatif baru desain meja proses.

Kata Kunci: *Waste*, *Value Stream Mapping* (VSM), VALSAT, *Process Activity Mapping* (PAM), *Fishbone Diagram*.



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



SUMMARY

Cindy Larasati, Departement of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, January 2017, *Minimiation Waste For Reparation Process Production Unit Heat Exchanger With Value Stream Mapping Method In PT. Guntner Indonesia, Beji – Pasuruan*, Academic Supervisor: Ishardita Pambudi Tama And Rakhmat Himawan.

PT. Guntner Indonesia is a company ranged in production manufacturing sector Heat Exchanger Plug-in Refrigeration Unit (temperature convertor) with make to order production system. PT. Guntner Indonesia was detected waste in GEK production process H type. This condition causing company missing daily target production. First observation focus on 7 waste production which detected waste waiting time and unnecessary motion during process. Waste identification process have not optimal because there are detected other waste time after time. Value stream mapping (VSM) is a flow of product and information mapping method in production process.

Value Stream Mapping (VSM) used in first method with current delineation in Current State Map (CSM) and Future State Map (FSM). In VSM method used VALSAT tools which function to evaluate activity such as Value Added Activity (VA), Non Value Added Activity (NVA), and Necessary but Not Value Added Activity (NNVA). VALSAT Tool used for waiting time dan unnecessary motion waste is Process Activity Mapping (PAM). Activity in Process Activity mapping (PAM) are classify into delay, operation, storage, inspection and transportation. Classification result will indicate time process percentage from Value Added Activity (VA), Non Value Added Activity (NVA), and Necessary but Non Value Added Activity (NNVA). PAM result will be used for other waste identification. The next step is fishbone diagram analysis. Result from fishbone diagram will show factor cause waste and can be reference for design of reparation proposal.

The result from this method analysis is detected transportation waste through waiting time waste and unnecessary motion. In calculation current state map total time GEK production process H type is 488,21 minutes which NVA 42,34 minutes from transportation 19,03 minutes, delay 16,57 minutes, and operation 6,74 minutes. Causes factor waste analysis are less operator total in a process, layout design inexpediency, working card design improperly and company estimate of limit costs. Alternative from this case are increasing 1 worker in electric assembly process, relayout design with facility location analysis, improvement working card design, and innovation design process desk.

Key Word: Waste, Value Stream Mapping (VSM), VALSAT, Process Activity Mapping (PAM), Fishbone Diagram.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)



BAB I

PENDAHULUAN

Dalam melakukan penelitian diperlukan beberapa hal yang penting untuk digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Pada bab pendahuluan ini akan menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan yang akan diangkat, identifikasi permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian yang dilakukan.

1.1 Latar Belakang

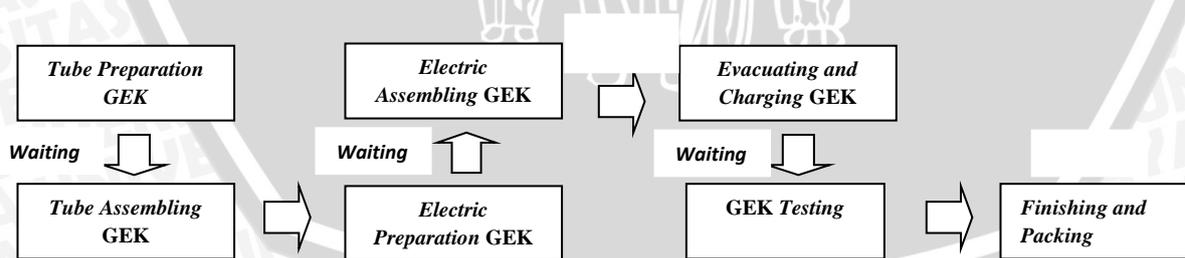
Di era globalisasi ini pertumbuhan industri manufaktur telah mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan industri manufaktur sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi masyarakat yang semakin meningkat terhadap suatu produk tertentu. Oleh karena itu industri berupaya untuk dapat memenuhi keinginan dan kepuasan konsumen dengan cara perbaikan dan peningkatan kinerja pada proses produksi. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi *waste* yang terjadi selama proses produksi. Dengan meminimasi *waste* maka proses produksi dapat berjalan secara efektif dan efisien.

PT. Guntner Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur pembuatan *Heat Exchanger* (pengubah suhu) *Plug-in Refrigeration Unit*. PT. Guntner Indonesia terletak di Desa Wonokoyo, Pasuruan dan berdiri sejak tahun 1995. PT. Guntner Indonesia merupakan bagian dari *Guntner Group* yang berkedudukan di Jerman serta memiliki anak cabang diberbagai belahan dunia seperti Hungaria, Rusia, Mexico dan Brazil. Berbagai jenis produk yang diproduksi antara lain *Evaporator, Condensor, Air Cooler, Drycooler, Control Equipment dan Accessories*.

PT. Guntner Indonesia merupakan perusahaan yang menggunakan metode *make to order* dalam melakukan proses produksinya. Permintaan akan produk *heat exchanger* tidak hanya berasal dari dalam negeri saja tetapi juga dari luar negeri. Produk unggulan yang dihasilkan oleh PT. Guntner Indonesia berada pada GEK *line* dengan jenis produk GEK tipe H sebagai unit dengan permintaan paling banyak. Berdasarkan data permintaan produk selama 7 bulan terakhir (September 2015 - Maret 2016), GEK tipe H memiliki jumlah

permintaan produk sebesar 700 unit, GEK tipe S 235 unit, sedangkan 100 unit untuk masing-masing GEK tipe DF meliputi HF dan SF. Permintaan pasar yang tinggi mengharuskan PT. Guntner Indonesia untuk dapat memproduksi produk dengan tepat waktu dan berkualitas baik.

Produk GEK dirakit dari beberapa komponen melalui 7 proses yaitu *Tube Preparation* GEK, *Tube Assembling* GEK, *Electric Preparation* GEK, *Electric Assembling* GEK, *Evacuating and Charging* GEK, *GEK Testing* dan *Finishing and Packing*. Pada 7 proses sistem perakitan dilakukan secara manual. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, PT. Guntner Indonesia menghadapi permasalahan berupa *waste*. *Waste* yang terkait dalam proses produksi diantaranya ada 7 *waste production* meliputi *waiting time*, *unnecessary motion*, *overproduction*, *overprocessing*, *defect*, *transportation* dan *inventory*. Dari 7 *waste* yang ada tersebut maka didapatkan bahwa *waste* yang muncul dalam proses produksi GEK tipe H yaitu *waiting time* (waktu menunggu) dan aktivitas lain yang tidak memberikan nilai tambah seperti *unnecessary motion*. Hal tersebut diketahui dari observasi yang telah dilakukan, dimana sering ditemukannya unit GEK tipe H yang berserakan menunggu untuk diproses. Kebenaran dari hal tersebut telah dikonfirmasi kepada pihak sub head departemen GEK line. *Waiting time* terjadi pada hampir semua proses dimana unit menunggu untuk dirakit karena keterlambatan bahan baku maupun kurangnya jumlah pekerja dalam satu proses. *Waiting time* sering dijumpai pada proses *tube assembling* dan *electric assembling* GEK. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa *waiting time* merupakan *waste* yang menjadi salah satu kendala selama proses produksi GEK tipe H. Pada gambar 1.1 terlihat beberapa *waiting time* yang terjadi sehingga banyaknya unit yang tidak dapat diselesaikan tepat waktu.



Gambar 1.1 Aliran Proses Produksi Unit *Heat Exchanger*
Sumber: PT. Guntner Indonesia

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, rata-rata jumlah unit yang menunggu dapat dilihat pada Tabel 1.1:

Tabel 1.1 Menunjukkan Jumlah Unit yang Menunggu

Proses	Rata-Rata Jumlah Unit yang menunggu	Total Waktu (Menit)
<i>Tube Assembly</i>	2	5,11
<i>Electric Assembly GEK</i>	1	18,02
<i>GEK Testing</i>	2	7,31

Sumber: PT. Guntner Indonesia

Sedangkan pada Gambar 1.2 berikut ini menunjukkan bahwa terdapat *waiting time* pada proses *electric assembly*.



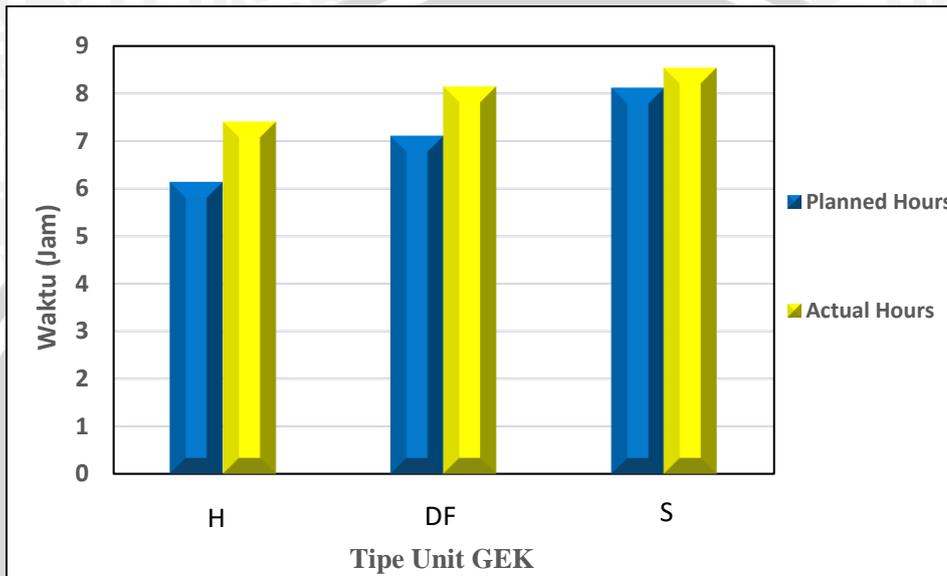
Gambar 1.2 *Waiting Time* Pada *Electric Assembly*
Sumber: PT. Guntner Indonesia

Banyaknya unit yang menunggu dapat menyebabkan proses produksi tidak dapat diselesaikan tepat waktu. Permasalahan lain yang ditimbulkan yaitu besarnya *space* ruangan yang dibutuhkan untuk penempatan unit yang menunggu, resiko kerusakan unit juga lebih besar jika tidak segera diproses serta membutuhkan lebih banyak karyawan dan waktu lembur.

Selain *waste* berupa *waiting time* juga terdapat *waste* lain yang tidak memberikan nilai tambah yaitu *unnecessary motion*. Beberapa *unnecessary motion* yang sering dilakukan seperti mondar - mandir untuk memindahkan peralatan *brazing*, membersihkan *plate* yang sudah dibersihkan, mencari komponen yang akan dirakit dan lain sebagainya. Gerakan – gerakan tersebut merupakan gerakan NVA (*Non Value Added*) dan NNVA (*Necessary but Non Value Added*). Dampak dari gerakan – gerakan tersebut yaitu menambah waktu produksi menjadi lebih panjang serta menambah *waste* dalam proses pembuatan unit GEK tipe H.

Menurut data yang diperoleh dari PT. Guntner Indonesia, perusahaan masih tidak dapat menyelesaikan unit sesuai dengan target harian jumlah unit yang harus dihasilkan.

Kondisi tersebut disebabkan karena masih adanya *waste* saat perakitan komponen serta masih terdapat NVA dan NNVA yang berkontribusi menambah lamanya waktu produksi. Selain itu, waktu standar yang ditetapkan oleh perusahaan sudah tidak relevan untuk dijadikan sebagai waktu baku saat ini. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya pembaruan waktu baku oleh perusahaan sehingga target dan pencapaian tidak dapat dicapai oleh perusahaan. Berikut ini merupakan perbandingan antara data rata – rata waktu baku dalam proses penyelesaian produk GEK dengan target harian yang ditetapkan oleh perusahaan.



Gambar 1.3 Perbandingan *Planned Hours* dan *Actual Hours* PT Guntner Indonesia
Sumber: PT. Guntner Indonesia

Adanya pemborosan (*waste*) pada PT. Guntner Indonesia tersebut tentunya akan menyebabkan kerugian pada perusahaan apabila tidak diminimalisasi setiap *waste* yang terjadi. Oleh karena itu, *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk menggambarkan aliran proses produksi beserta material yang dibutuhkan dan waktu prosesnya. Dari penggambaran VSM diharapkan dapat diidentifikasi *waste* lain yang terjadi serta proses mana yang berkontribusi menyebabkan terjadinya *waste*, sehingga *waiting time*, *unnecessary motion* maupun *waste* lainnya dapat diminimasi.

Penggambaran aliran VSM akan menggunakan *tool* VALSAT dimana akan lebih detail dalam mengevaluasi aktivitas-aktivitas apa saja yang termasuk dalam *value added* (VA), *non value added* (NVA) dan *necessary but not value added* (NNVA). *Tools* VALSAT yang digunakan untuk jenis *waiting time* tersebut adalah PAM (*Process Activity Mapping*). *Process Activity Mapping* merupakan salah satu *tool* VALSAT yang digunakan untuk mengetahui segala aktivitas-aktivitas yang berlangsung selama proses produksi, dan bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalisasi aktivitas-aktivitas yang telah

dikelompokkan dalam NVA dan NNVA yang tidak diperlukan selama proses produksi. Setelah proses analisis dilakukan kemudian mencari akar penyebab masalah dengan *fishbone diagram*. Hal ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam solusi perbaikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat didefinisikan bahwa:

1. Ada indikasi terjadinya *waste* dalam proses produksi GEK tipe H. *Waste* tersebut yaitu *waiting time* dan *unnecessary motion* yang tergolong dalam *7 waste production*.
2. *Waste waiting time* dan *unnecessary motion* menyebabkan kendala bagi perusahaan dalam pencapaian target harian produksi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. *Waste* apa saja yang ditemukan pada proses produksi produk GEK tipe H yang masih termasuk dalam *7 waste production*?
2. Aktivitas – aktivitas apa saja yang berpengaruh menyebabkan terjadinya *waste* pada proses produksi GEK tipe H?
3. Faktor – faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste* pada produksi GEK tipe H?
4. Bagaimana solusi perbaikan untuk meminimasi *waste* pada proses produksi produk GEK tipe H?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengidentifikasi *waste* apa saja yang terdapat dalam proses produksi unit GEK tipe H dengan menggambarannya pada *value stream mapping*.
2. Mengidentifikasi aktivitas apa saja yang menyebabkan *waste* pada proses produksi unit GEK tipe H dengan mem-*breakdown* aktivitas produksi dan menganalisis menggunakan *process activity mapping*.

6

3. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *waste* pada produksi GEK tipe H dengan *fishbone diagram*.
4. Memberikan solusi perbaikan untuk meminimasi *waste* pada proses produksi produk GEK tipe H.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut

1. Dapat meminimasi *waste* yang terjadi pada proses produksi GEK Tipe H sehingga *lead time* proses produksi dapat sesuai dengan *planned hours* yang telah ditentukan perusahaan.
2. Dapat menghindari aktivitas yang menyebabkan *waste* sehingga aktivitas *non value added* (NVA) tidak terjadi selama proses produksi GEK tipe H.
3. Adanya alternatif perbaikan yang bisa dijadikan referensi oleh perusahaan dalam memperbaiki proses produksi GEK tipe H.

1.6 Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan penelitian, maka batasan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Penelitian hanya dilakukan pada proses produksi produk GEK tipe H.
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada 1 shift kerja dengan 8 jam kerja.
3. Tidak memperhitungkan biaya produksi.
4. Hanya meneliti 7 jenis pemborosan (7 *waste*) yaitu *waiting time*, *unnecessary motion*, *overproduction*, *overprocessing*, *transportation*, *inventory* dan *defect*.

1.7 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah

1. Proses produksi berjalan normal.
2. Pekerja dan lingkungan kerja dalam keadaan normal.
3. Waktu standart untuk tiap tahapan proses tidak mengalami perubahan saat penelitian dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisikan pustaka-pustaka atau teori-teori yang digunakan untuk membantu pengerjaan penelitian. Tujuan dari tinjauan pustaka adalah memberikan pondasi atau penguatan dasar dalam penelitian. Pada penelitian ini, pembahasan tinjauan pustaka meliputi penelitian terdahulu yang berhubungan dengan *value stream mapping* dan VALSAT.

2.1 Penelitian Terdahulu

Lukodono (2011) melakukan penelitian pada produksi *case transmission* di PT. X tentang minimasi *non value added activity* kemudian terfokus pada satu *waste* utama yang menyebabkan tingginya *non value added activity*. Metode yang digunakan yaitu *Value stream mapping* untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi, dengan cara membuat *current state map* dan identifikasi *seven waste*. *Waste* tertinggi yang didapatkan adalah *waiting*, kemudian dilakukan perbaikan pada *type waste waiting* dengan metode Kanban. Dari hasil perbaikan tersebut, kemudian dibuat *future state map*.

Intifada (2012) melakukan penelitian pada PT. Barata Indonesia – Gresik tentang faktor-faktor penyebab keterlambatan pada perencanaan dan realisasi pengerjaan produksi. Peneliti menggunakan *lean manufacturing* serta VALSAT, dengan menyebarkan kuesioner ke karyawan perusahaan tentang banyaknya *waste* yang terjadi. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan penggambaran *value stream mapping* dan pembobotan dengan *tool* VALSAT. Didapatkan hasil bahwa pemborosan berupa *waiting time* dengan nilai tertinggi yaitu 4 poin, sehingga digunakan *tool* VALSAT *process activity mapping* dan diperoleh *waiting* sebesar 93,54%. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah pembuatan *database* pemasok yang di-*update* secara berkala dan kontinyu, membuat paduan prosedur administrasi pengambilan barang.

Sugiarto (2015) melakukan penelitian pada perusahaan rokok PT. Adi Bungsu dengan menggunakan metode VSM untuk penggambaran aliran produksi. Selanjutnya metode VALSAT digunakan untuk mengevaluasi lebih detail aktivitas– aktivitas apa saja yang tergolong NVA, NNVA dan *waste defect*. *Tools* VALSAT yang digunakan yaitu *Quality Filter Mapping* (QFM) dan *Process Activity Mapping* (PAM). *Quality Filter*

Mapping merupakan salah satu *tool* VALSAT yang digunakan untuk mengevaluasi *waste* jenis *defect* kualitas pada rantai suplai yang ada. Sedangkan untuk aktivitas NVA dan NNVA dapat digunakan *tool* VALSAT *Process Activity Mapping* (PAM). Sehingga dengan adanya *tool* VALSAT QFM dan PAM dapat dilakukan rekomendasi perbaikan-perbaikan secara riil yang membantu pengembangan perusahaan tersebut dalam mengurangi *waste-waste defect* dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Rekomendasi perbaikan juga sekaligus dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan nilai produksi rokok pada SKT dengan meminimasi pemborosan dan aktivitas NVA, NNVA tersebut.

Berikut merupakan perbandingan penelitian terdahulu dengan sekarang yang ditampilkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Objek Penelitian	Permasalahan	Metode/Tool	Solusi
Lukodono (2011)	PT. X	Perusahaan bertujuan untuk meminimasi <i>non value added activity</i> kemudian terfokus pada satu <i>waste</i> utama yang menyebabkan tingginya <i>non value added activity</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Value stream Mapping</i> • <i>Seven waste</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Perancangan sistem kanban
Intifada (2012)	PT. Barata Indonesia	Perusahaan tersebut harus mampu mengevaluasi dari aktivitas yang terdapat pada sistem proses produksi guna mengurangi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah	<ul style="list-style-type: none"> • VALSAT (PAM,SCRM dan QFM) • <i>Value Stream Mapping</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • membuat SOP • melakukan koreksi
Sugiharto (2015)	PR. Adi Bungsu Malang	Perusahaan memiliki <i>waste defect</i> yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan pengurangan <i>waste defect</i>	<ul style="list-style-type: none"> • VALSAT (QFM, PAM) • <i>Value Stream Mapping</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi NVA dan NNVA • Mengatur ulang dan memperbaiki proses produksi
Penelitian ini (2016)	PT. Guntner Indonesia	Perusahaan memiliki <i>waiting time</i> dan <i>unnecessary motion</i> yang cukup tinggi sehingga perlu dilakukan pengurangan terhadap <i>waste</i> tersebut	<ul style="list-style-type: none"> • VALSAT (PAM) • <i>Value Stream Mapping</i> • <i>Fishbone Diagram</i> 	

2.2 Pengukuran Kerja

Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*Standart Time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*). Pengukuran waktu kerja ini berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Menurut Wignjosoebroto (2003), pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu dibagi ke dalam dua bagian yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung

Pengukuran ini dilaksanakan secara langsung yaitu di tempat dimana pekerjaan yang bersangkutan dijalankan. Misalnya pengukuran kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) dan *sampling* kerja (*work sampling*).

2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Pengukuran ini dilakukan dengan menghitung waktu kerja tanpa si pengamat harus ditempat kerja yang diukur. Pengukuran waktu dilakukan dengan membaca tabel-tabel yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan, misalnya aktivitas data.

2.2.1 Pengukuran Waktu Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Menurut Satalaksana (1979) pengukuran waktu jam henti adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat yang telah disiapkan. Sesuai dengan namanya, maka pengukuran waktu ini menggunakan jam henti (*stopwatch*) sebagai alat utamanya. Cara ini tampaknya merupakan cara yang paling banyak digunakan. Untuk mendapatkan hasil yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar akhirnya dapat diperoleh waktu

Dalam penelitian pendahuluan yang harus dilakukan adalah mengamati dan mengidentifikasi kondisi kerja dan metode kerja. Dalam penelitian ini perlu dianalisis hasil pengukuran waktu kerja, apakah masih ada kondisi yang tidak yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Tahapan dalam melakukan pengukuran waktu adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan tujuan pengukuran.

Dalam melakukan pengukuran waktu kerja, tujuan pengukuran harus ditetapkan terlebih dahulu dan untuk apa hasil pengukuran digunakan. Dalam penentuan tujuan tersebut, dibutuhkan adanya tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian yang digunakan dalam pengukuran jam henti.

2. Menentukan elemen kerja yang akan diukur.
3. Melakukan pengukuran waktu pada setiap elemen kerja dengan *stopwatch*.
4. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan cara peta kontrol. Peta kontrol yang digunakan adalah peta kontrol \bar{x} . Berikut prosedur dalam pembuatan peta kontrol \bar{x} (Sutalaksana, 1979).

- a. Data disusun dalam kelompok.
- b. Hitung *mean* dengan perhitungan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k} \quad (2-1)$$

Sumber : Sutalaksana (2006)

Keterangan:

x_i = rata-rata dari *subgroup*

k = jumlah *subgroup*

- c. Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^i (x_{ij} - \bar{x})^2}}{N-1} \quad (2-2)$$

Sumber : Sutalaksana (2006)

Keterangan

N = Jumlah Pengamatan Pendahuluan Yang Dilakukan

x = Waktu Pengamatan

- d. Menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \quad (2-3)$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma \quad (2-4)$$

Sumber: Sutalaksana (1979)

- e. Membuat peta kontrol dan memetakan tiap harga rata-rata subgroup

5. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data bertujuan untuk melihat apakah data yang dikumpulkan telah cukup secara statistik atau tidak.

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s\sqrt{N}} \left(N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2 \right)}{\sum x_i} \right]^2 \quad (2-5)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

Keterangan:

k = tingkat kepercayaan yang digunakan 95%, k=1,96

s = derajat ketelitian 5%, s = 0,05

x = jumlah pengamatan yang diambil

N' = jumlah data pengamatan yang telah diambil dan telah seragam

N = jumlah data pengamatan yang harus diambil

6. Perhitungan waktu standar

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan waktu standar adalah:

a. Menentukan *Performance Rating* operator

Performance Rating adalah teknik untuk menyamakan waktu hasil observasi terhadap seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan tersebut. Metode yang umumnya digunakan untuk menentukan *Performance Rating* adalah *Westing House System's Rating*. Selain kecakapan (*Skill*) dan usaha (*Effort*) sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *westinghouse* menambahkan lagi dengan kondisi kerja (*Working Condition*) dan keajegan (*Consistency*) dari operator di dalam melakukan kerja. Untuk itu, *Westinghouse* telah membuat suatu tabel *Performance Rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut sesuai dengan tabel yang tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Pada *Westinghouse Rating System*

<i>Skill</i>			<i>Effort</i>		
<i>Superfast</i>	A1	+ 0,15	<i>Excessive</i>	A1	+ 0,13
	A2	+ 0,13		A2	+ 0,12
<i>Excelent</i>	B1	+ 0,11	<i>Excellent</i>	B1	+ 0,10
	B2	+ 0,08		B2	+ 0,08
<i>Good</i>	C1	+ 0,06	<i>Good</i>	C1	+ 0,05
	C2	+ 0,03		C2	+ 0,02
<i>Average</i>	D	0,00	<i>Average</i>	D	0,00
<i>Fair</i>	E1	- 0,05	<i>Fair</i>	E1	- 0,04
	E2	- 0,10		E2	- 0,08
<i>Poor</i>	F1	- 0,16	<i>Poor</i>	F1	- 0,12
	F2	- 0,22		F2	- 0,17

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian pada *Westinghouse Rating System* (Lanjutan)

<i>Condition</i>			<i>Consistency</i>		
<i>Ideal</i>	A	+ 0,06	<i>Perfect</i>	A	+ 0,04
<i>Excellent</i>	B	+ 0,04	<i>Excellent</i>	B	+ 0,03
<i>Good</i>	C	+ 0,02	<i>Good</i>	C	+ 0,01
<i>Average</i>	D	0,00	<i>Average</i>	D	0,00
<i>Fair</i>	E	- 0,03	<i>Fair</i>	E	- 0,02
<i>Poor</i>	F	- 0,07	<i>Poor</i>	F	- 0,04

Sumber: Wignjosoebroto (2003)

Berdasarkan tabel ini, maka nilai *factor rating* dapat ditentukan sebagai berikut:

$$Factor\ Rating\ (Rf) = 1 + Westinghouse\ Factor \quad (2-6)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

b. Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu operasi adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualitas baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Dalam menentukan waktu normal, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Wn = Waktu\ pengamatan \times \frac{factor\ rating(\%)}{100\%} \quad (2-7)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

Pada persamaan penentuan waktu normal, faktor *rating* yang dipakai ditentukan berdasarkan tabel 2.2.

c. Allowance

Menurut Wignjosoebroto (2003) pemberian waktu *allowance* dimaksudkan untuk memberi waktu kepada pekerja untuk menghentikan kerja, membutuhkan waktu-waktu khusus untuk kebutuhan pribadi, istirahat melepas lelah dan alasan-alasan lain di luar kontrolnya. *Allowance* dapat diklarifikasikan menjadi *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. Tabel penentuan *allowance* dapat dilihat pada

Lampiran 4.

d. Perhitungan waktu standar

Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa ada operator yang mampu bekerja terus menerus, maka pada saat menentukan waktu standar akan diperhitungkan juga *allowance* yang diperlukan oleh operator. Dengan demikian waktu standar dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Ws = Waktu\ normal \times \frac{100\%}{100\% - \% allowance} \quad (2-8)$$

Sumber: Wignosoebroto (2003)

2.3 Pemborosan (*Waste*)

Menurut Gaspersz (2007,5) *waste* merupakan segala aktivitas-aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses konversi input menjadi output sepanjang *value stream*. Menurut Hines dan Taylor (1997) ada 7 macam tipe *waste* antara lain:

1. *Overproduction* (produksi yang berlebihan), pemborosan yang disebabkan produksi yang berlebihan, maksudnya adalah memproduksi produk yang melebihi yang dibutuhkan atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang sudah dibuat. Bentuk dari *overproduction* ini antara lain adalah aliran produksi tidak lancar, tumpukan WIP yang terlalu banyak.
2. *Waiting time* (waktu menunggu), pemborosan karena menunggu untuk proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity* dikarenakan menunggu aliran produk dari proses sebelumnya (*upstream*). *Waiting* ini juga mencakup operator dan mesin seperti kecepatan produksi mesin dalam stasiun kerja lebih cepat atau lambat dari pada stasiun yang lainnya.
3. *Transportation* (pemindahan/transportasi), transportasi merupakan kegiatan yang penting akan tetapi tidak menambah nilai pada suatu produk. Transportasi merupakan proses memindahkan material atau *work in process* (WIP) dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya, baik menggunakan *forklift* maupun konveyor.
4. *Overprocessing* (proses yang berlebihan), terjadi ketika metode kerja atau urutan kerja (proses) yang digunakan dirasa kurang baik dan fleksibel. Hal ini juga dapat terjadi ketika proses yang ada belum standart sehingga kemungkinan produk yang rusak akan tinggi.
5. *Inventory* (inventori), persediaan material yang terlalu banyak, *work in process* (WIP) yang terlalu banyak antara proses satu dengan proses yang lainnya sehingga membutuhkan ruang penyimpanan.
6. *Unnecessary motion* (gerakan), adalah aktivitas yang kurang perlu yang dilakukan oleh operator dan tidak memberikan nilai tambah. Sebagai contohnya yaitu proses mencari komponen, gerakan tambahan untuk mengoperasikan suatu mesin. Hal ini terjadi dikarenakan *layout* produksi yang kurang sesuai.
7. *Defects* (kerusakan/cacat), adanya produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi, sehingga menyebabkan proses *rework* yang kurang efektif, tingginya keluhan dari konsumen, serta inspeksi level yang sangat tinggi.

2.4 Value Stream Mapping

Value stream adalah sekumpulan dari seluruh kegiatan yang di dalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk maupun satu kelompok produk dari sumber yang sama untuk melewati aliran-aliran utama, mulai dari *raw material* hingga ketangan konsumen. *value stream mapping* merupakan suatu alat perbaikan (*tool*) dalam perusahaan yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan proses produksi secara menyeluruh, yang merepresentasikan baik aliran material juga aliran informasi. Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan disepanjang *value stream* dan untuk menagambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut.

Value stream mapping memberikan gambaran yang nyata yang digunakan untuk mengidentifikasi aktifitas yang tidak bernilai didalam perusahaan. Menurut Rother dan Shook (1999) beberapa keuntungan dari VSM adalah sebagai berikut :

- a. Untuk membantu perusahaan dalam usaha visualisasi lebih dari sekedar level untuk proses tunggal.
- b. Pemetaan membantu perusahaan tidak hanya melihat *waste* yang ada, tetapi juga sumber penyebab *waste* yang terdapat didalam *value stream*.
- c. Sebagai dasar dari rencana implementasi dengan membantu perusahaan merancang bagaimana keseluruhan aliran.

Untuk mengidentifikasi *waste* dalam *value stream mapping* dapat dikategorikan menjadi tiga macam aktivitas yaitu :

1. Value Added Activity

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa dan memberikan nilai tambah dimata konsumen.

2. Non-value Added Activity

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut *waste* yang harus dijadikan target untuk segera dihilangkan.

3. Necessary but Non-value Added Activity

Segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada. Aktivitas ini biasanya sulit untuk dihilangkan dalam waktu singkat, sehingga harus dijadikan target untuk melakukan perubahan dalam jangka waktu yang cukup lama (Hines & Taylor, 2000:10)

2.4.1 Current State Map

Current State Map berfungsi untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi *waste* apa saja yang terjadi. Tahap pembuatan *Current State Map* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*.

Tujuan pemilihan *model line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada.

2. Penentuan *Value Stream Manager*

Value stream manager adalah orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk, sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

3. Pembuatan peta untuk setiap kategori proses di sepanjang *value stream*

Selama proses penggambaran peta berjalan maka seluruh informasi kritis seperti *lead time*, *cycle time*, *change over time*, *uptime*, jumlah operator, dan waktu kerja perlu didokumentasikan. Semua informasi tersebut akan dimasukkan ke dalam *data box* untuk masing-masing proses. Untuk pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

- a. *Cycle time*

Cycle time menyatakan waktu normal untuk menyelesaikan satu produk, yang seharusnya lebih rendah atau sama dengan *takt time* (Gazpers, 2006). *Cycle time* dapat diartikan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk *part* selanjutnya.

- b. *Lead time*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses.

- c. *change over*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk mengubah posisi dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk lainnya.

- d. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses.

- e. Jumlah operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan untuk satu proses.

- f. Waktu kerja

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat, waktu rapat, dan waktu membersihkan area kerja.

2.4.2 Future State Map

Tujuan dari *Value stream mapping* adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber *waste* dan membantu dalam membuat area target dalam proses perbaikan yang nyata. *Future State Map* tidak lebih dari sekedar implementasi rencana yang menjelaskan *tool* yang dibutuhkan dalam proses untuk mengeliminasi *waste* dan di tempat mana *tool* tersebut diperlukan dalam *value stream* produk. Tahap pembuatan *Future State Map* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan *takt time*

Takt time menyatakan tingkat permintaan dari pelanggan terhadap suatu produk. *Takt time* tidak sama dengan *cycle time* (Gazpers, 2006). *Takt time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{waktu tersedia perhari}}{\text{permintaan konsumen perhari}} \quad (2-9)$$

Sumber: Gasperz (2006)

2. Mengembangkan aliran kontinu (*continuous flow*) di tempat yang memungkinkan.

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu yang setiap itemnya segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa ada *idle*.

3. Menggunakan Supermarket untuk mengontrol produksi saat aliran kontinu tidak sampai tahap *upstream*.

4. Pemilihan *Pacemaker Process*

Poin ini sering disebut dengan proses utama, karena bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses ini, akan menentukan keseluruhan proses *upstream*. Membangun level produksi yang konsisten, dengan membuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang diprediksi, yang dapat membantu mengatasi masalah dan memungkinkan pengambilan tindakan perbaikan cepat.

2.4.3 Langkah-Langkah Dalam Menggambar Value Stream Mapping

Berikut adalah langkah-langkah dalam menggambar *Value Stream Mapping* secara umum:

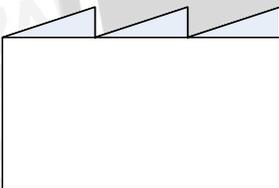
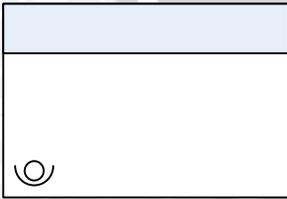
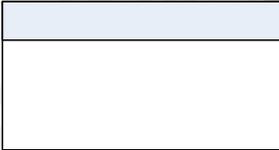
- a. Menggambar simbol *outside source* yang mempresentasikan konsumen, *supplier*, dan *production control*.

- b. Menggambar kotak data yang dibawah simbol *outside source* dan memasukkan kebutuhan konsumen didalamnya termasuk jumlah dalam hari dan bulan.
- c. Memasukkan data pengiriman dan penerimaan, gambarkan simbol pengiriman dan arahnya dibawah media pengiriman. Terakhir gambarkan media pengiriman dibawah supplier beserta frekuensi dan arah.
- d. Gambarkan operasi yang berlangsung dari supplier ke konsumen.
- e. Masukkan data proses seperti waktu siklus dan *uptime*.
- f. Gambarkan aliran informasi baik secara elektronika maupun manual.
- g. Gambarkan persediaan (*inventory*) diantara proses termasuk barang dalam proses (*work in process*) kemudian hitung waktu untuk *inventory* tersebut.
- h. Gambarkan aliran *push*, *pull* atau gabungannya.

2.4.4 Simbol-Simbol *Value Stream Mapping*

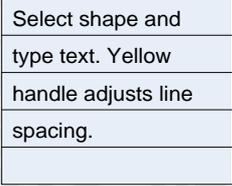
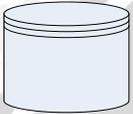
Berikut ini merupakan simbol – simbol yang terdapat dalam *Value Stream Mapping* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Definisi Dari Simbol VSM

Simbol Proses		
Simbol	Nama	Definisi
	<i>customer/supplier</i>	Simbol ini digunakan untuk <i>supplier</i> di bagian kiri atas dan <i>customer</i> di bagian kanan bawah.
	Proses	Simbol ini adalah simbol proses dengan operator. Setiap aktivitas ditulis dibagian atas dan nama departement, aliran material atau aktivitas lain di bagian tengah
	Kontrol produksi	Simbol ini adalah simbol proses dengan operator. Setiap aktivitas ditulis dibagian atas dan nama departement, aliran material atau aktivitas lain di bagian tengah. Dalam simbol ini semua waktu, jumlah dari operator dimasukkan dalam simbol tersebut.

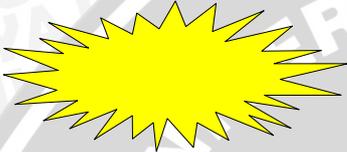
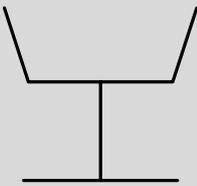
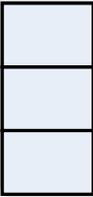
Sumber: Rother & Shook (1999)

Tabel 2.3 Definisi Dari Simbol VSM (Lanjutan)

Simbol Proses		
Simbol	Nama	Definisi
	Tabel Data	Simbol ini diletakkan dibawah dari simbol lain yang memiliki informasi analisis dari sistem.
	<i>Production Kanban</i>	Simbol ini merupakan simbol visual yang menggambarkan banyak bagian yang spesifik.
	<i>Withdrawal Kanban</i>	Simbol ini merupakan suatu perangkat untuk menunjukkan alat atau operator untuk meletakkan benda dalam supermarket
	<i>Database</i>	Sebuah <i>database</i> .
	<i>Information Box</i>	Simbol ini untuk mengisi informasi jika dibutuhkan.
	<i>Physical Pull</i>	Simbol ini merupakan tanda peletakkan material dari supermarket
	<i>Shipment Truck</i>	Simbol ini merupakan transport dari <i>supplier</i>
	<i>Inventory</i>	Simbol ini merupakan antrian material yang tidak sedang menjalani proses. Waktu dituliskan dibawah simbol.
	<i>Supermarket</i>	Simbol ini merupakan penyimpanan di suatu tempat yang dapat dijangkau <i>customer</i> untuk mengambil barang.
	Push Arrow	Simbol ini merupakan arah informasi material dari suatu proses ke proses yang lain

Sumber: Rother & Shook (1999)

Tabel 2.3 Definisi Dari Simbol VSM (Lanjutan)

Simbol Proses		
Simbol	Nama	Definisi
	<i>FIFO Lane</i>	Simbol ini merupakan penunjuk barang yang pertama masuk harus pertama keluar.
	<i>Operator</i>	Simbol ini merupakan simbol banyaknya operator.
	<i>Phone</i>	Simbol ini merupakan simbol yang menerima informasi menggunakan telpon.
	<i>Kaizen Burst</i>	Simbol ini merupakan hasil dari perbaikan yang ditujukan pada suatu proses tertentu.
	<i>Manual Information</i>	Anak panah tersebut menunjukkan aliran informasi manual
	<i>Kanban Post</i>	Simbol ini merupakan lokasi dari signal kanban.
	<i>Pull Arrow</i>	Simbol ini merupakan proses yang harus dilalui dari proses sebelumnya.
	<i>Safety/Buffer Stock</i>	Simbol ini merupakan tempat penyimpanan barang yang tidak terpakai.
	<i>Signal Kanban</i>	Simbol ini digunakan ketika ada tanda dari persediaan barang di tingkat minimum
	<i>Timeline Segment</i>	Simbol ini menunjukkan waktu aktivitas yang memiliki nilai tambah.
	<i>Timeline Total</i>	Simbol ini merupakan akhir waktu dari aktivitas yang memiliki nilai tambah dan tidak memiliki nilai tambah.

Sumber: Rother & Shook (1999)

2.5 Value Stream Mapping Tools (VALSAT)

VALSAT digunakan dalam pemilihan *detailed mapping tool* berdasarkan *waste* yang telah diidentifikasi sebelumnya. VALSAT merupakan *tool* yang dikembangkan oleh Hines & Rich (1997) untuk mempermudah pemahaman terhadap *value stream* yang ada dan mempermudah untuk membuat perbaikan berkenaan dengan *waste* yang terdapat didalam *value stream*.

2.5.1 Process Activity Mapping

Process activity mapping (PAM) digunakan untuk mengetahui segala aktivitas-aktivitas yang berlangsung selama proses produksi. *Tool* ini bertujuan untuk menghilangkan aktivitas yang tidak diperlukan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat lebih diefisienkan lagi, serta mencari perbaikan yang dapat mengurangi pemborosan. *Process Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk mengevaluasi jenis pemborosan/*waste waiting time, transportation, over-processing, dan motion*. Berikut ini merupakan contoh matriks PAM.

Sample Current State Metrics-Based Process Map																					
PT Units		Process Details												Mapping Team							
<input type="radio"/> Standard	<input type="radio"/> Hour	Process Name: Invoicing												Dianne Marie							
<input checked="" type="radio"/> Measure	<input type="radio"/> Day	Specific Conditions: Non-standard service work												Sean Michaels							
LT Units		Occurrences per Year: 1250												Ryan Austin							
<input type="radio"/> Standard	<input checked="" type="radio"/> Hour	Hours Worked per Day: 8												John O'Shea							
<input type="radio"/> Measure	<input type="radio"/> Day	Date Mapped: 15-Aug-07												Allen Ward							
																		Facilitator			
																		Marlene Dosadao			
Step #		1				2				3				4				5			
Function	Department	Activity	PT	LT	%CA	Activity	PT	LT	%CA	Activity	PT	LT	%CA	Activity	PT	LT	%CA	Activity	PT	LT	%CA
1	Invoice Processor	Receive invoice, input vendor and job information in Excel file	5	0.1	75%	Email invoice to eProcurement specialist and field supervisor	5	4	90%					Receive electronic approval	5	24	100%				
2	eProcurement Specialist													Receive invoice, input vendor and work information into ERP system creation of catalog	15	16	50%	Email "catalog request approval" to commodity manager	5	0.1	99%
3	Field Supervisor									Approve invoice via email, forward to invoice processor & e-procurement	5	4	99%								
4	Commodity Manager																				
Critical Path (PT)			5				5	4			5	4			15	16			5	0.1	
Critical Path (LT)				0.1				4				4									0.1
Critical Path (%CA)					75%				90%				99%								99%
Total			5				5	4			5	4			20	16			5	0.1	

Gambar 2.1 Gambar Matriks *Process Activity Mapping*
Sumber: Hines&Rich (1997)

Process activity mapping akan memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya penggolongan aktivitas menjadi lima jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. *Process activity mapping* terdiri dari beberapa langkah sederhana:

1. Dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada.
2. Mengidentifikasi *waste* yang ada.

3. Mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa lebih efisien.
4. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik.
5. Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar-benar penting saja).

Kemudian semua data yang telah didapatkan direkap dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 *Process Activity Mapping*

No	Step	Machine	Distance	Time	People	O	T	I	S	D
1										
2										
3										
4										
5										

Sumber : Hines dan Rich (1997)

2.6 *Fishbone Diagram*

Diagram *fishbone* sering juga disebut dengan istilah Diagram Ishikawa. Penyebutan diagram ini sebagai Diagram Ishikawa karena yang mengembangkan model diagram ini adalah Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar Tahun 1960-an. Penyebutan diagram ini sebagai diagram *fishbone* karena diagram ini bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan yang bagian-bagiannya meliputi kepala, sirip, dan duri. Diagram *fishbone* merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Menurut Scarvada (2004), konsep dasar dari diagram *fishbone* adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya.

Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai *start* awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan di atas maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik *brainstorming* (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004). Diagram *fishbone* ini umumnya digunakan pada tahap mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut. Selain digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan penyebabnya, diagram *fishbone* ini juga dapat digunakan pada proses perubahan. Scarvada (2004)

menyatakan diagram *fishbone* ini dapat diperluas menjadi diagram sebab dan akibat (*cause and effect diagram*). Perluasan (*extension*) terhadap Diagram *Fishbone* dapat dilakukan dengan teknik menanyakan “Mengapa sampai lima kali (*five whys*)” (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004).

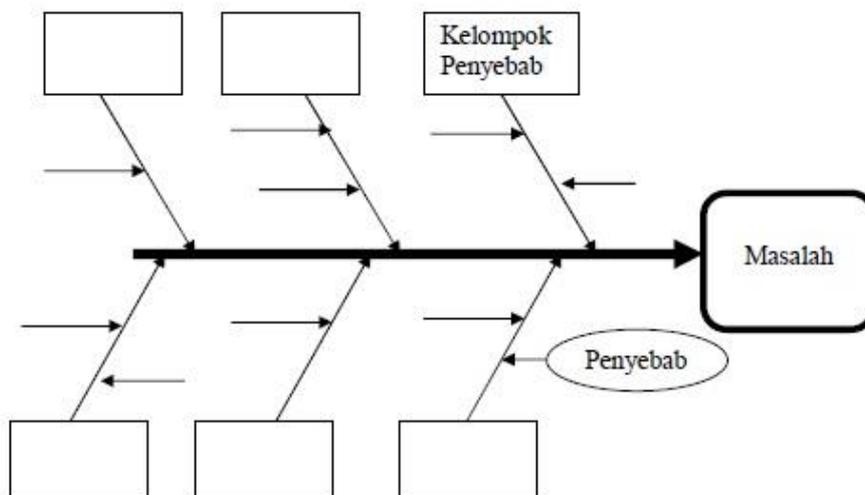
Diagram *fishbone* dapat digunakan untuk menganalisis permasalahan baik pada level individu, tim, maupun organisasi. Terdapat banyak kegunaan atau manfaat dari pemakaian Diagram *fishbone* ini dalam analisis masalah. Manfaat penggunaan diagram *fishbone* tersebut antara lain:

1. Memfokuskan individu, tim, atau organisasi pada permasalahan utama. Penggunaan Diagram *fishbone* dalam tim/organisasi untuk menganalisis permasalahan akan membantu anggota tim dalam memfokuskan permasalahan pada masalah prioritas.
2. Memudahkan dalam mengilustrasikan gambaran singkat permasalahan tim/organisasi. Diagram *fishbone* dapat mengilustrasikan permasalahan utama secara ringkas sehingga tim akan mudah menangkap permasalahan utama.
3. Menentukan kesepakatan mengenai penyebab suatu masalah. Dengan menggunakan teknik *brainstorming* para anggota tim akan memberikan sumbang saran mengenai penyebab munculnya masalah. Berbagai sumbang saran ini akan didiskusikan untuk menentukan mana dari penyebab tersebut yang berhubungan dengan masalah utama termasuk menentukan penyebab yang dominan.
4. Membangun dukungan anggota tim untuk menghasilkan solusi. Setelah ditentukan penyebab dari masalah, langkah untuk menghasilkan solusi akan lebih mudah mendapat dukungan dari anggota tim.
5. Memfokuskan tim pada penyebab masalah. Diagram *fishbone* akan memudahkan anggota tim pada penyebab masalah. Juga dapat dikembangkan lebih lanjut dari setiap penyebab yang telah ditentukan.
6. Memudahkan visualisasi hubungan antara penyebab dengan masalah. Hubungan ini akan terlihat dengan mudah pada diagram *fishbone* yang telah dibuat.
7. Memudahkan tim beserta anggota tim untuk melakukan diskusi dan menjadikan diskusi lebih terarah pada masalah dan penyebabnya.

Langkah-langkah dalam penyusunan Diagram *Fishbone* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuat kerangka diagram *fishbone*. Kerangka *diagram fishbone* meliputi kepala ikan yang diletakkan pada bagian kanan diagram. Kepala ikan ini nantinya akan digunakan untuk menyatakan masalah utama. Bagian kedua merupakan sirip, yang akan digunakan untuk menuliskan kelompok penyebab permasalahan. Bagian ketiga merupakan duri

yang akan digunakan untuk menyatakan penyebab masalah. Bentuk kerangka diagram *fishbone* tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka *Fishbone Diagram*

2. Merumuskan masalah utama. Masalah merupakan perbedaan antara kondisi yang ada dengan kondisi yang diinginkan. Masalah juga dapat didefinisikan sebagai adanya kesenjangan atau gap antara kinerja sekarang dengan kinerja yang ditargetkan. Masalah utama ini akan ditempatkan pada bagian kanan dari diagram *fishbone* atau ditempatkan pada kepala ikan.
3. Langkah berikutnya adalah mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan. Langkah ini dapat dilakukan dengan teknik *brainstorming*. Menurut Scarvada (2004), penyebab permasalahan dapat dikelompokkan dalam enam kelompok yaitu *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Gaspersz dan Fontana (2011) mengelompokkan penyebab masalah menjadi tujuh yaitu *manpower* (SDM), *machines* (mesin dan peralatan), *methods* (metode), *materials* (bahan baku), *media*, *motivation* (motivasi), dan *money* (keuangan). kelompok penyebab masalah ini kita tempatkan di diagram *fishbone* pada sirip ikan.
4. Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah. Penyebab ini ditempatkan pada duri ikan.
5. Langkah selanjutnya setelah masalah dan penyebab masalah diketahui, kita dapat meng gambarkannya dalam diagram *fishbone*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)



BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam proses penelitian. Tahapan tersebut merupakan kerangka berfikir yang dijadikan acuan agar proses penelitian ini berjalan sistematis, terstruktur, terarah dan menjadi pedoman penelitian untuk tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.1 Jenis Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah ditetapkan maka jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah suatu bentuk penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena alamiah maupun fenomena buatan manusia. Fenomena itu bisa berupa bentuk, aktivitas, karakteristik, perubahan, hubungan, kesamaan dan perbedaan antara fenomena yang satu dengan fenomena lainnya (Sukmadinata, 2006:72). Penelitian ini menggambarkan sejumlah data yang kemudian dianalisis dengan menggunakan metode tertentu lalu diinterpretasikan berdasarkan kenyataan yang sedang berlangsung. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis pada kejadian yang sedang terjadi yaitu mengenai *waste* apa saja yang menyebabkan bertambahnya *lead time* pada proses produksi GEK tipe H. Selanjutnya data disajikan secara sistematis sehingga lebih mudah untuk dipahami serta disimpulkan solusi perbaikan untuk mengatasi fenomena yang terjadi.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di departemen produksi PT. Guntner Indonesia, Beji-Pasuruan, Jawa Timur. Adapun untuk waktu pengambilan data yaitu pada bulan Maret-Mei 2016.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Survei Pendahuluan

Langkah yang dilakukan untuk mengamati aktivitas-aktivitas yang ada pada perusahaan terutama berkaitan dengan objek penelitian. Survei pendahuluan dilakukan secara langsung ke PT. Guntner Indonesia, Beji – Pasuruan.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mencari dan mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada sebagai pendukung tercapainya solusi permasalahan. Studi pustaka berasal dari buku atau sumber informasi lain seperti internet yang terkait dengan *value stream mapping*.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang terjadi. Pengamatan dilakukan secara langsung dengan memahami teori-teori ilmiah yang berkaitan dengan pengamatan tersebut. Identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu adanya *waste* yang sering terjadi pada proses produksi unit GEK tipe H sehingga unit produk tidak dapat memenuhi target harian produksi yang telah ditetapkan perusahaan diantaranya yaitu *waiting time* dan *unnecessary motion*.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji serta menunjukkan tujuan dari persoalan yang dikemukakan. Permasalahan yang ada selanjutnya dirumuskan agar dapat lebih mudah menentukan metode apa yang tepat untuk menyelesaikannya. Masalah-masalah yang diidentifikasi antara lain *waste* apa saja yang terjadi pada proses produksi GEK tipe H selain *waiting time* dan *unnecessary motion*, aktivitas-aktivitas apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste*, faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya *waste* serta apa saja solusi perbaikan untuk meminimasi terjadinya *waste*.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Hal ini ditujukan agar mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis data selanjutnya.

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan dari objek yang diteliti. Metode pengambilan data ini terdiri dari :

- a. *Interview*, yaitu suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan jalan mengajukan pertanyaan secara langsung sesuai dengan objek yang diteliti.

Wawancara dilakukan kepada kepala departemen dan karyawan GEK PT. Guntner Indonesia mengenai proses produksi GEK tipe H. Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang didapat mencakup data tahapan produksi, aliran informasi dan waktu proses produksi tiap proses. Data sekunder meliputi profil perusahaan, jumlah tenaga kerja dan dokumentasi jumlah produksi harian.

- b. Observasi, yaitu suatu metode dalam pengambilan data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya pada lini produksi unit GEK. Pengamatan dilakukan dengan mengamati pelaksanaan proses produksi untuk unit GEK tipe H.

7. Tahap Pengolahan Data

- a. Pengukuran Waktu Baku dengan Menggunakan *Stopwatch Time Study*
Sebelum melakukan perhitungan waktu baku dilakukan *breakdown* aktivitas pada tiap proses. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap waktu proses dengan uji keseragaman data dan uji kecukupan data. Setelah data seragam dan cukup maka dilakukan perhitungan waktu baku menggunakan *stopwatch time study*.
- b. Melakukan Penggambaran *Current State Map* (CSM)
Penggabaran *Current State Map* dilakukan guna untuk memberikan pemahaman mengenai sistem produksi secara keseluruhan dengan menggunakan data tahapan produksi dan aliran informasi yang terdapat dalam perusahaan. Pada penggambaran CSM dapat diketahui secara keseluruhan waktu dari tiap proses berdasarkan perhitungan STS.
- c. Penggunaan *Tool VALSAT PAM*
Tool VALSAT Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengetahui proses produksi secara detail. Aktivitas – aktivitas yang telah *breakdown* selanjutnya diidentifikasi menggunakan PAM untuk menentukan *value added activity* (VA), *non value added activity* (NVA) dan *necessary but non value added* (NNVA). Pada PAM aktivitas digolongkan menjadi lima jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan.
- d. Melakukan Identifikasi *Waste*
Pengidentifikasiian *waste* dilakukan agar dapat diketahui *waste* apa saja yang menambah lamanya *lead time* produksi dan terjadi pada bagian apa saja. Tahap ini dapat dilakukan setelah mengetahui aktivitas apa saja yang *value added* dan

non value added activity. Sehingga pada tahapan ini dapat diketahui aktivitas-aktivitas apa saja yang dapat membuat terjadinya pemborosan.

e. Identifikasi Akar Permasalahan

Pengidentifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram* untuk mengetahui akar penyebab utama dari permasalahan yang terjadi sehingga dapat diketahui langkah apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut.

f. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dibuat berdasarkan hasil analisis dari permasalahan yang timbul. Usulan perbaikan diperoleh dari hasil *fishbone* yang selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan solusi perbaikan yang tepat. pada tahap ini, memungkinkan alternatif perbaikan dari desain maupun fasilitas penunjang proses produksi GEK tipe H.

g. Penggambaran *Future State Map* (FSM)

Penggambaran *Future State Map* berdasarkan hasil dari eliminasi terhadap *waste* yang telah dilakukan dengan penempatan *tools* yang dibutuhkan dalam *value stream* produk.

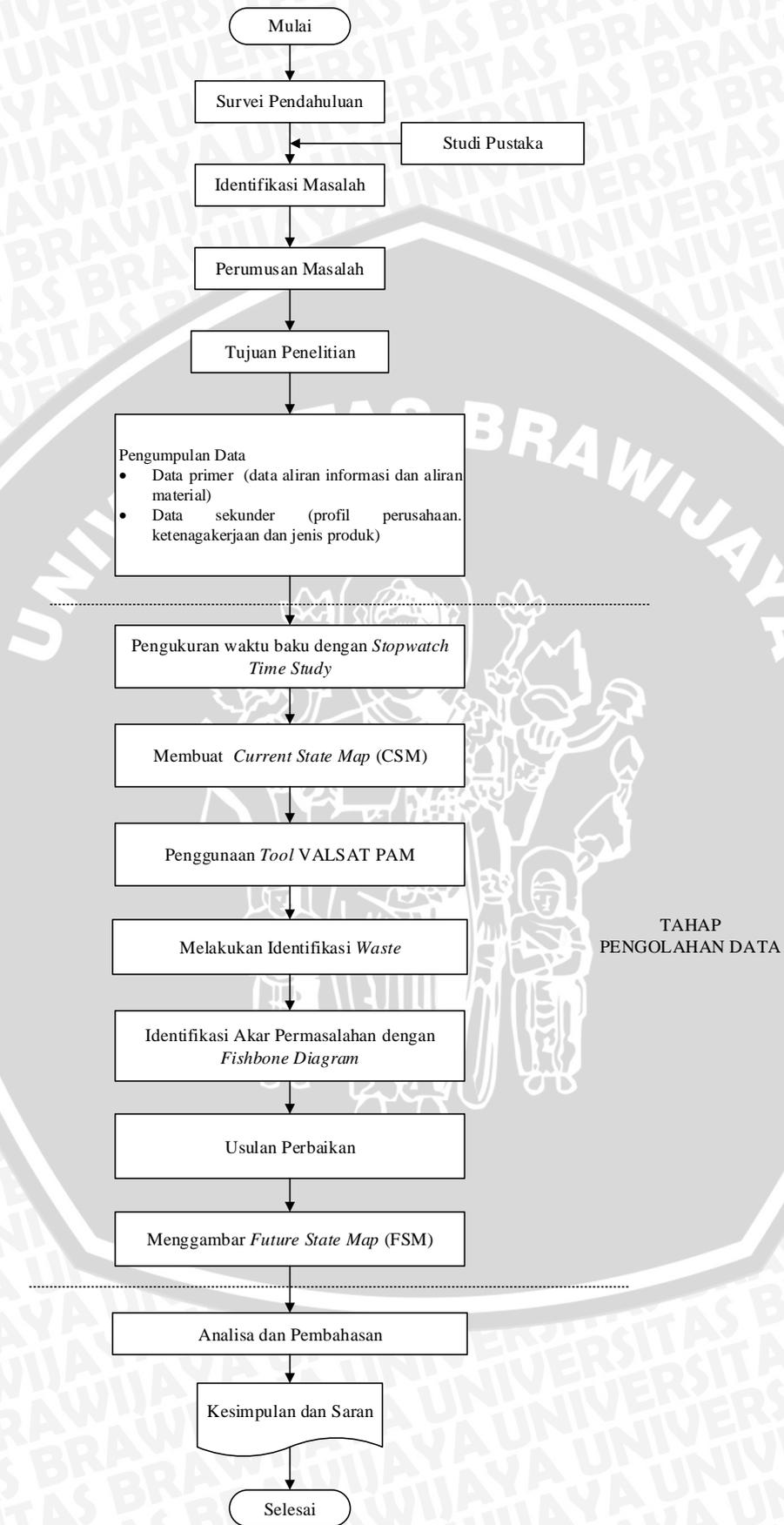
8. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai pengaruh usulan perbaikan terhadap minimasi *waste waiting time*, *unnecessary motion* maupun *waste* lain yang teridentifikasi selama proses produksi GEK tipe H dengan melakukan perbandingan terhadap *current state map* (CSM) dan *future state map* (FSM).

9. Kesimpulan dan saran

Pada tahap terakhir ditarik kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan. Kesimpulan yang dibuat dapat menjawab dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu pada tahap ini diberikan saran kepada perusahaan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan bagaimana hasil serta pembahasan dari penelitian. Bab ini terdiri dari gambaran umum perusahaan yang menjadi tempat penelitian, penyajian dan pengolahan data, serta analisa dan pembahasan yang menjawab dari rumusan masalah dan tujuan penelitian.

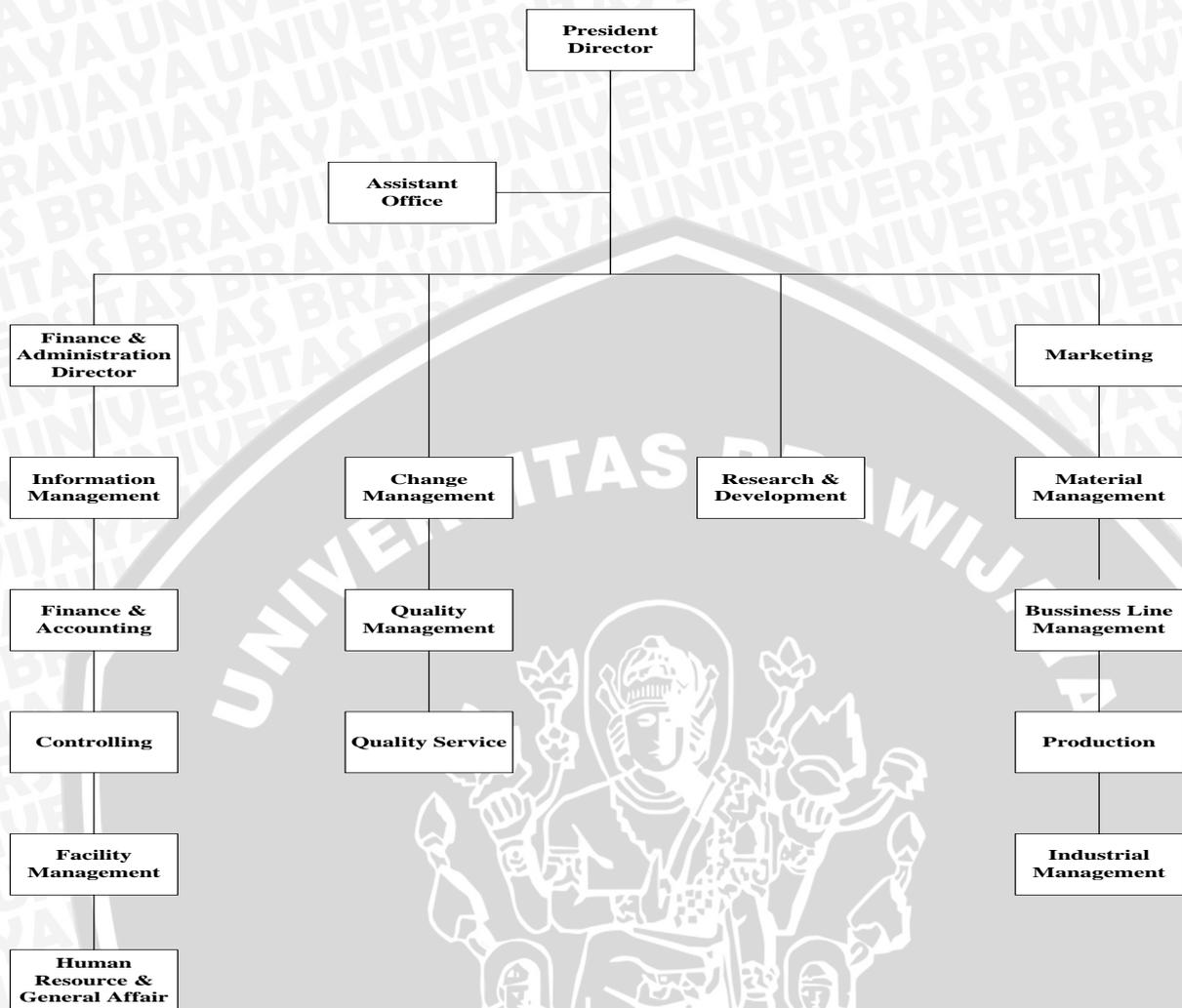
4.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Guntner merupakan perusahaan pembuat *heat exchanger* (pengubah suhu) yang berlokasi di Wonokoyo, Beji Pasuruan. PT. Guntner merupakan bagian dari Guntner Group yang berkedudukan di Jerman. Pada tahun 1931 di Munich - Jerman, Hans Guntner mendirikan layanan perbaikan yang mengkhususkan dalam peralatan pendinginan. Setelah perang, selain menawarkan layanan perbaikan, perusahaan semakin berfokus memproduksi komponen sistem pendingin sendiri.

Pada tahun 1994, Guntner memutuskan untuk mendirikan PT. Guntner Indonesia yang berada di Pasuruan. Perusahaan baru selesai dibangun pada tahun 1996 dengan unit Guntner pertama yang diproduksi. Karena kapasitas produksi yang terlalu kecil, sehingga fasilitas produksinya diperluas pada tahun 1997. Saat ini, fasilitas produksi di Indonesia adalah fasilitas terbesar kedua dari Grup Guntner dengan 500 karyawan. Hampir seluruh produk portofolio Guntner diproduksi di Indonesia.

PT. Guntner adalah salah satu perusahaan *manufacturing* di Asia. PT. Guntner mempunyai beberapa cabang diberbagai negara (7 negara). Negara-negara tersebut adalah Meksiko, Rusia, Swiss, Jerman, Hungaria, China dan Brazil. Induk PT. Guntner berada di Jerman dan PT. Guntner terbesar ada di Hungaria dengan produksi khusus berupa *thermowave*. PT. Guntner mempunyai standar sama di semua negara, sehingga produk buatan PT. Guntner Indonesia akan mempunyai mutu yang sama pula dengan PT. Guntner Jerman dan PT. Guntner dinegara lain. PT. Guntner Indonesia meng-cover produksi barang untuk wilayah ASEAN dan Australia. Fungsi PT. Guntner yaitu memproduksi komponen berupa *evaporator* dan kondensor yang ada pada suatu unit produk. Jadi PT. Guntner tidak memproduksi barang jadi tetapi memproduksi komponennya.

4.1.1 Struktur Organisasi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Guntner Indonesia
Sumber: Arsip PT. Guntner

Dalam menjalankan organisasi perusahaan, PT. Guntner mempunyai departemen yang dipimpin oleh seorang manager departemen dan dibantu oleh deputy manager. Tiap departemen mempunyai lingkup pekerjaan yang berbeda tetapi saling terkait dengan departemen lainnya. PT. Guntner dipimpin oleh seorang *President Director* dan dibagi menjadi beberapa departemen sebagai berikut:

1. *Change Management*

Departemen ini bertugas melakukan perubahan-perubahan terhadap semua bagian organisasi agar efektif dan efisien misalnya penerapan prinsip 5S, kompetensi *kaizen* di organisasi.

2. *Controlling*

Departemen ini bertugas untuk memperkuat perusahaan dalam menetapkan *performance management* agar efektif dan efisien

3. *Production*
Departemen ini bertugas untuk memproduksi produk yang menjadi pesanan pelanggan
4. *Bussiness Line Management*
Departemen ini bertugas menjadi penghubung antar pelanggan dengan perusahaan dengan melayani kepentingan pelanggan. Serta antara marketing dengan departemen produksi berkaitan dengan rencana produksi.
5. *Material Management*
Departemen ini bertugas menagani pengiriman, pembelian dan manajemen *warehouse*
6. *Finance and Accounting*
Departemen ini bertugas menagani keuangan, akuntansi dan perpajakan perusahaan
7. *Industrial Engineering*
Departemen ini bertugas untuk melakukan penelitian untuk menambah kapasitas produksi perusahaan
8. *Information Technologi*
Departemen ini bertugas menagani teknologi informasi yang dipakai perusahaan
9. *Human Resourch & General Affair*
Departemen ini bertugas menagani hal yang berhubungan dengan pelayanan terhadap karyawan, hubungan dengan masyarakat dan pemerintahan
10. *Research & Development*
Departemen ini bertugas melakukan pengembangan produk sesuai kebutuhan pasar
11. *Quality Management*
Departemen ini bertugas mengontrol kualitas produk yang dihasilkan perusahaan agar sesuai kebutuhan pelanggan
12. *Competence Centre Team*
Departemen ini bertugas untuk melaksanakan, memonitor dan meningkatkan implementasi ERP, menjaga kelengkapan dan kebenaran data master dalam infor LN dan administrasi proyek penanganan dan dokumentasi. Mengembangkan komunikasi internal yang efektif dan mengelola pelaksanaan identitas perusahaan.

4.1.2 Visi dan Misi

Adapun visi dan misi perusahaan akan dijelaskan berikut ini:

1. Visi

PT. Guntner Indonesia akan menjadi perusahaan manufaktur *heat exchanger* yang paling efektif, efisien, dan inovatif di dalam grupnya

2. Misi

Misi dari perusahaan adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan kepuasan pelanggan yang tertinggi
- b. Memberikan perhatian khusus terhadap karyawan
- c. Mempertahankan efisiensi biaya
- d. Membangun fasilitas produksi moderen dan menggunakan instrumen kontrol terdepan
- e. Selalu berusaha keras untuk mewujudkan perbaikan dan keefektifan proses
- f. Investasi dan kepemimpinan teknologi yang berkesinambungan, inovasi dan kesadaran biaya

4.1.3 Sistem Kerja

PT. Guntner Indonesia mempunyai sistem kerja sesuai dengan posisi dan pekerjaannya yang terdiri dari sistem *shift* dan sistem non *shift*. Sistem kerja dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Karyawan sistem *shift*

Hari kerja : Senin – Jumat (5 hari)

Waktu kerja : *shift* 1 = 07.00 – 15.00

shift 2 = 15.00 – 23.00

shift 3 = 23.00 – 07.00

Hari libur : Sabtu dan Minggu

2. Karyawan sistem non *shift*

Hari kerja : Senin – Sabtu (6 hari)

Waktu kerja : 07.00 – 15.00 (Senin - Jumat)

07.00 – 12.00 (Sabtu)

4.1.4 Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja pada PT. Guntner Indonesia sebanyak 500 orang yang terdiri dari bagian *office* maupun area produksi. Para pekerja didominasi oleh karyawan berjenis kelamin laki-laki dan beberapa karyawan perempuan bekerja pada area *office*. Pada

departemen GEK terdiri dari 12 orang karyawan laki-laki. Rincian tenaga kerja departemen GEK ditampilkan dalam table 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Jumlah Tenaga Kerja Departemen GEK

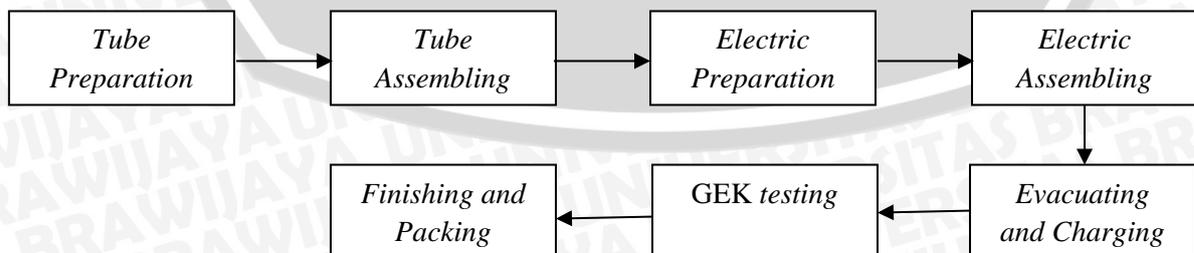
No	Jenis Pekerjaan	Jumlah
1	<i>Sub Department Head (SDH)</i>	1
2	<i>Shift Leader</i>	1
3	Admin	1
4	<i>Tube preparation</i>	1
5	<i>Tube Assembling</i>	2
6	<i>Electric Preparation</i>	1
7	<i>Electric Assembling</i>	2
8	<i>Evacuating And Charging</i>	1
9	GEK Testing	1
10	<i>Finishing and packing</i>	1

4.1.5 GEK (*Guntner Einbau Kaltezat*) Line

GEK line termasuk dalam jenis produk *commercial* yang diproduksi oleh PT. Guntner Indonesia selain jenis OEM dan *Stainless Steel*. Proses produksi unit GEK memerlukan ruangan khusus yang disesuaikan suhu dan kelembabannya dimana suhu area produksi GEK lebih rendah daripada area produksi line lainnya. Hal ini disebabkan karena pada GEK terdapat proses *testing* yang menggunakan ruangan khusus dengan mesin *chamber* yang tidak dapat beroperasi apabila berada pada suhu ruangan biasa (27°C). Mesin *chamber* berada pada ruangan GEK dengan suhu 18-20 °C. Luas area produksi pada GEK line adalah 160 m² dengan ukuran 20m x 8m. GEK memiliki *layout* yang sempit memanjang.

4.1.5.1 Proses Produksi GEK

Proses produksi unit GEK dilakukan setiap hari dengan beberapa proses yaitu *tube preparation*, *tube assembling*, *Electric Preparation*, *electric assembling*, *evacuating and charging*, *GEK testing* dan *finishing and packing*. Berikut ini merupakan aliran proses produksi dari GEK line:



Gambar 4.2 Proses Produksi GEK Line

1. *Tube preparation*

Proses *tube preparation* merupakan proses persiapan pipa-pipa yang akan digunakan pada unit GEK. Pada proses ini pipa-pipa tersebut dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan model unit GEK yang akan dirakit. Selain itu terdapat proses pengelasan pipa dimana pipa yang sudah dibengkokkan disatukan menjadi bentuk U atau disesuaikan dengan model unit yang akan dirakit. Ada 5 jenis tipe pipa yang digunakan dalam GEK *line* yaitu *hotgass*, *liquid*, *sunction*, *service*, dan *discharge*. Gambar 4.2 menunjukkan proses *tube preparation* oleh operator GEK dimana operator sedang mengukur panjang pipa (mal) sebelum pipa dipotong dan dibentuk sesuai jenis pipa.



Gambar 4.3 *Tube preparation Process*

2. *Tube Assembling*

Proses *tube assembling* merupakan lanjutan dari proses *tube preparation* dimana pada tahap ini dilakukan perakitan pipa-pipa yang sudah dibengkokkan dengan *Coil*. Selanjutnya *evaporator* dan *condensor* juga dirakit pada *casing* unit. Pada proses ini juga dilakukan pemeriksaan dan pemilihan komponen sesuai dengan kualitas yang sudah ditetapkan perusahaan. Gambar 4.3 proses *tube assembling* pada GEK *line*. Pada gambar terlihat bahwa operator sedang memasang *casing* bagian bawah pada *evaporator*.



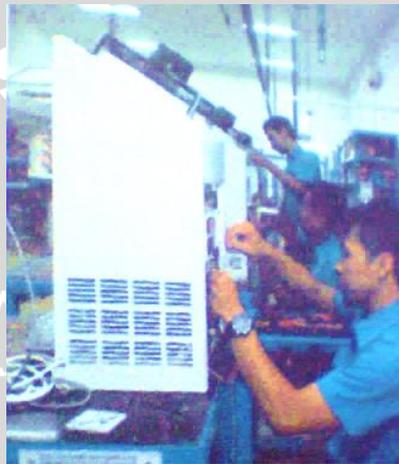
Gambar 4.4 *Tube Assembling Process*

3. *Electric Preparation*

Proses *Electric Preparation* merupakan persiapan *part-part* yang akan dipasang pada proses *electric assembling* yaitu *fan*. Pada tahap ini *fan* dirakit pada *casing* penutup unit.

4. *Electric Assembling*

Proses *electric assembling* merupakan proses perakitan unit GEK. Pada proses tersebut menghubungkan *evaporator*, *condensor*, dan *part-part* lain menjadi satu unit GEK dengan konektor berupa kabel. Berikut gambar 4.4 yang menunjukkan proses *electric assembling* unit GEK dimana operator sedang merakit kabel sehingga *evaporator*, *condensor*, dan *part-part* lain dapat terhubung .



Gambar 4.5 *Electric Assembling Process*

5. *Evacuating And Charging*

Merupakan proses pengisian tekanan dan udara sebagai langkah awal untuk pengetesan terhadap fungsi dari *heat exchanger*. Pada tahap ini unit GEK yang telah jadi diberi tekanan tertentu untuk mengetahui apakah *fan* dapat tersambung dengan unit dan dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya.

6. *GEK Testing*

Proses *GEK testing* merupakan proses pengujian unit GEK secara keseluruhan dimana proses pengujian dilakukan dalam ruangan yang memiliki suhu tinggi. Ruangan tempat pengujian disebut dengan *Chamber*. Pengujian terhadap unit dilakukan untuk mengetahui apakah kualitas unit sudah sesuai dengan spesifikasi unit GEK yang dipesan. Pada gambar 4.5 berikut ini menunjukkan proses *GEK testing* yaitu operator sedang memasukkan unit ke *chamber* untuk mengetahui apakah unit telah sesuai dengan spesifikasi.



Gambar 4.6 GEK Testing Process

7. *Finishing and packing*

Proses ini merupakan tahapan akhir pada GEK Line dimana unit GEK dibersihkan dan dikemas dalam karton pembungkus. Selanjutnya operator menempelkan *sticker* dan mengemas unit dengan plastik karena unit GEK akan langsung dikirim ketangan konsumen. Gambar 4.6 menunjukkan proses *finishing and packing* unit GEK dimana operator sedang mengikat karton pembungkus sebelum unit dibungkus dengan plastik.

Gambar 4.7 *Finishing and packing Process*

4.1.6 Jenis Produk

Terdapat berbagai macam produk pendingin dan pemindah panas yang dihasilkan oleh PT. Guntner. Beberapa produk yang dihasilkan diantaranya yaitu *refrigerants, coolant, heat exchanger, accessories, refrigerants control* dan produk-produk lainnya.



Gambar 4.8 Contoh Produk PT Guntner

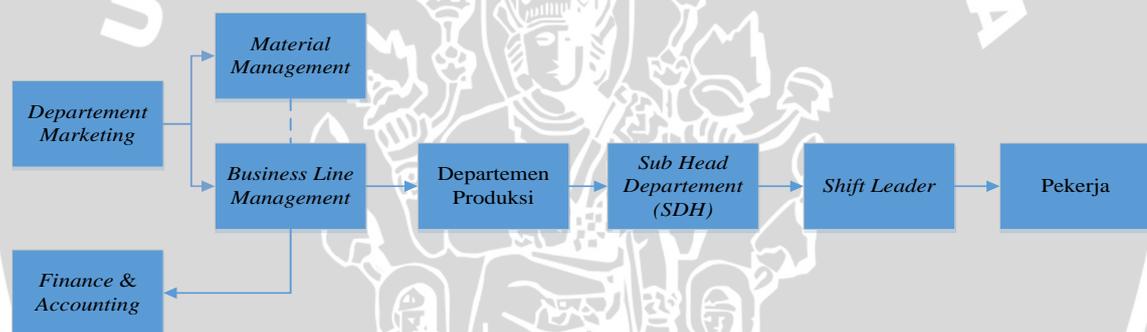
Seluruh produk yang dihasilkan PT. Guntner digunakan sebagai pendingin ruangan, pendingin makanan maupun pendingin bahan kimia yang ada didalam pabrik. Setiap produk memiliki spesifikasi yang berbeda-beda disesuaikan dengan permintaan konsumen. Unit pendingin GEK adalah unit yang langsung dikirim kekonsumen tanpa melalui pengiriman ke pabrik pusat Jerman.

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini berisi data-data yang telah dikumpulkan untuk dilakukan pengolahan data. Data-data didapatkan dari pengamatan langsung di PT. Guntner Indonesia. Data - data tersebut berupa data aliran informasi dan aliran material.

4.2.1 Aliran Informasi

Penggambaran aliran informasi didapatkan dari proses wawancara dan pengamatan langsung pada proses produksi GEK tipe H, gambar 4.8 merupakan aliran informasi pada proses produksi GEK.



Gambar 4.9 Bagan Aliran Informasi GEK

1. Departemen *marketing* menerima order dari konsumen terutama untuk konsumen wilayah ASIA. Kemudian departemen marketing akan memberikan order kepada *material management* dan *business line management* agar order dapat dipenuhi sehingga *material management* dapat mempersiapkan komponen yang dibutuhkan sesuai dengan banyaknya order. Setelah komponen dapat disediakan oleh perusahaan, selanjutnya *business line management* mendistribusikan banyaknya unit yang diproduksi kepada departemen produksi sesuai dengan target waktu yang ditentukan.
2. Departemen produksi memanggil semua *Sub-Departement Head* (SDH) dari masing-masing *line* produksi untuk dibagikan surat perintah kerja sesuai dengan banyaknya order. Selanjutnya SDH akan mendistribusikan kepada *shift leader* tiap *line* berkaitan dengan berapa banyak unit yang harus diproduksi, jenis produk, material yang digunakan serta target penyelesaian pengerjaan.

3. Departemen *business line management* juga membuat laporan kepada bagian *finance & accounting* untuk *report* keseluruhan proses produksi.

4.2.2 Aliran Material

Pengumpulan aliran material dilakukan dengan wawancara dan observasi langsung pada proses produksi perusahaan. Aliran material pada proses produksi departemen GEK adalah sebagai berikut:

1. *Sub departement head* GEK *line* memesan material untuk proses produksi GEK tipe H pada bagian *warehouse*. Material yang dipesan berupa pipa, komponen pembentuk *casing* unit GEK, *evaporator*, *condensor*, *fan* dan karton pembungkus.
2. *Casing* akan dirakit dengan *Coil* yang telah disiapkan oleh *commercial line* sehingga bagian *warehouse* mengambil *Coil* dari *commercial line* untuk dibawa ke GEK *line* dengan *forklift*.
3. Pipa-pipa panjang memasuki proses *tube preparation* untuk dipotong dan dibentuk sesuai dengan permintaan produk. Cara pembentukan pipa tersebut bisa dengan dibengkokkan, dibor maupun di-*brazing*.
4. Proses selanjutnya adalah *tube assembling*, dimana pipa dari *tube preparation* dirakit dengan *casing* unit GEK dan *Coil*.
5. Setelah bagan unit terbentuk selanjutnya dilakukan persiapan komponen *evaporator* dan *condensor* pada *Electric Preparation*. Pada bagian ini juga dilakukan pemasangan *fan* dengan *casing* bagian atas unit.
6. *Electric assembling* merupakan perakitan kabel penghubung antara *fan*, *evaporator* dan *condensor*. Proses ini merupakan proses penentu suatu unit dapat berfungsi.
7. Unit GEK yang telah jadi selanjutnya memasuki proses *evacuating and charging*. Pada proses ini unit GEK diberi tekanan udara 18 bar untuk mengetahui apakah ada kebocoran pada unit.
8. Unit yang telah melalui proses *evacuating and charging* selanjutnya menuju proses GEK *testing*. Pada proses ini unit GEK dimasukkan pada ruang *Chamber* dengan temperatur tinggi untuk menguji apakah produk telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.
9. Proses terakhir yaitu *finishing and packing*. Pada proses ini, unit yang telah lolos *testing* selanjutnya di bersihkan dan di cek oleh tim *quality management* sesuai dengan *standart* yang telah ditetapkan. Unit yang lolos proses *finishing* selanjutnya di *packing*

dengan karton untuk selanjutnya di bawa ke gudang *finish good* untuk segera dikirim ke konsumen.

4.2.3 Breakdown Aktivitas Dari Elemen Kerja Serta Waktu Siklus

Proses produksi pada GEK *Line* dilakukan secara manual oleh operator dan hanya dibantu oleh beberapa alat bantu sederhana. Berikut ini merupakan data *breakdown* elemen kerja dan disederhanakan menjadi beberapa aktivitas proses produksi GEK tipe H beserta waktu siklus yang dapat dilihat pada table 4.2.

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
1	<i>Tube preparation</i>	Menuju <i>Warehouse</i>	2.03	<i>Prepare</i> Pipa (Cu)	3,58
2		Memilih Pipa Yang Dibutuhkan	0.45		
3		Mengambil Pipa	1.1		
4		Meletakkan Pipa Pada <i>Mini Range</i>	0.41	Memindahkan Pipa Dengan <i>Hand Palet</i> Dari Rak Penyimpanan	2,54
5		Memindahkan Pipa Menuju Meja Proses	2.13		
6		Membaca <i>Working Card</i>	0.52	Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	7,24
7		Mal Pipa	6.72		
8		Menuju Rak Peralatan Untuk Mengambil Gerinda	1.22	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2,26
9		Kembali Ke Meja Proses	1.04		
10		Mengambil Pipa Yang Telah Dimal	1.36	Potong Pipa Sesuai Ukuran	20,10
11		Memotong Pipa Dengan Gerinda	18.74		
12		Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Gerinda	0.53	Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	1,22
13		Kembali Ke Meja Proses	0.69		
14		Memilih Pipa Yang Akan Dibending	1.61	<i>Bending</i> Pipa	6,61
15		Membaca <i>Working Card</i>	2.18		
16		Membending Pipa	2.82		
17		Mengambil Alat Ukur	0.32	Mengukur Kesesuaian Hasil <i>Bending</i>	1,22
18		Mengukur Hasil <i>Bending</i>	0.9		
19		Menuju Rak Peralatan Untuk Mengambil Alat Bor	0.72	Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	1,40
20		Kembali Ke Meja Proses	0.68		

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
21	Tube preparation	Membaca <i>Working Card</i>	1.35	Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	9,26
22		Bor Pipa	7.91		
23		Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Alat Bor	1.04	Mengembalikan Alat Bor	1,72
24		Kembali Ke Meja Proses	0.68		
25		Menuju Alat <i>Reamer</i> Pipa	0.42	<i>Reamer</i> Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	5,10
26		<i>Reamer</i> Pipa	3.57		
27		Kembali Ke Meja Proses	1.11		
28		Memilih Pipa Yang Akan Di <i>Brazing</i>	1.36	<i>Brazing</i> Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	10,10
29		<i>Brazing</i> Pipa	8.74		
30		Meletakkan Pipa Hasil <i>Brazing</i>	0.26	<i>Visual Checking</i>	5,04
31		Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.21		
32		<i>Checking</i> Hasil <i>Brazing</i>	2.95		
33		Menaruh Pipa Pada Meja <i>Tube Assembly</i>	0.31	Menunggu Proses Selanjutnya	3,42
34		Menunggu Pipa Hasil <i>Brazing</i> Dingin	4.73		
35		Menuju Rak Penyimpanan Material	0.65	<i>Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor</i>	3,30
36		Mengambil <i>Coil, Casing, Evaporator, Condensor</i> Dan <i>Compressor</i>	2.08		
37		Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	0.57		
38		<i>Checking</i> Kondisi Material	2.03	<i>Visual Checking</i>	2.03
39	Membaca <i>Working Card</i>	1.03	Pasang Pipa Dengan <i>Coil</i>	8.95	
40	Mengambil Pipa Dan <i>Coil</i>	1.13			
41	Merakit Pipa Dengan <i>Coil</i>	6.79			
42	Membaca <i>Working Card</i>	0.71	Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	10.97	
43	Mengambil <i>Casing</i>	1.18			
44	Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	9.08			
45	Mengambil <i>Coil</i>	0.24	Masukkan <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	3.4	
46	Memasang <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	3.16			

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
47	Tube Assembly	Mengambil <i>Casing</i> Bagian Bawah	0.35	Pasang Penutup Bawah <i>Casing</i>	3.93
48		Merakit <i>Casing</i> Bagian Bawah	3.58		
49		Menuju Rak Peralatan	0.92	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2.22
50		Mengambil Gerinda	0.15		
51		Mengambil <i>Evaporator</i>	0.57	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i> Dengan Gerinda	3.77
52		Memotong <i>Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i>	3.2		
53		Menuju Rak Peralatan	0.73	Mengembalikan Gerinda	1.97
54		Mengembalikan Gerinda	0.13		
55		Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	1.11		
56		Membaca <i>Working Card</i>	1.14	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	3.04
57		Menuju Peralatan <i>Expand</i>	0.36		
58		<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	1.54		
59		Mengambil <i>Coil</i> Dan <i>Evaporator</i>	1.34	<i>Brazing</i> <i>Evaporator</i> Dengan <i>Coil</i>	5.96
60		Menuju Peralatan <i>Brazing</i>	0.37		
61		<i>Brazing</i> <i>Evaporator</i> Dan <i>Coil</i>	4.25		
62		Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.24	<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	3.74
63		Membersihkan Hasil <i>Brazing</i>	3.5		
64		Menuju Rakitan <i>Casing</i>	0.38	Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	7.74
65		Membaca <i>Working Card</i>	1.46		
66		Merakit <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	5.9		
67		Menuju Rak Peralatan	0.51	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	1.22
68	Mengambil Gerinda	0.15			
69	Kembali Ke Meja Proses	0.56			
70	Mengambil <i>Condensor</i>	0.62	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda	3.88	
71	Memotong <i>Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i>	3.26			

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
72	Tube Assembly	Menuju Rak Peralatan	1.03	Mengembalikan Gerinda	2.06
73		Mengembalikan Gerinda	0.21		
74		Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	0.82		
75		Membaca <i>Working Card</i>	0.82	Expand Ujung Hasil <i>Cutting</i>	2.87
76		Menuju Peralatan <i>Expand</i>	0.24		
77		<i>Expand Ujung Hasil Cutting</i>	1.81		
78		Mengambil <i>Coil Dan Evaporator</i>	2.03	<i>Brazing Condensor Dengan Coil</i>	3.77
79		Menuju Peralatan <i>Brazing</i>	1.74		
80		Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.32	<i>Cleaning Hasil Brazing</i>	3
81		Membersihkan Hasil <i>Brazing</i>	2.68		
82		Merakit <i>Condensor</i>	13.08	<i>Pasang Condensor</i>	13.08
83		Membaca <i>Working Card</i>	0.63	Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa	5.1
84		Merakit <i>Condensor</i> Pada Pipa	4.47		
85		Merakit <i>Ventilator</i>	10.87	<i>Pasang Ventilator</i>	10.87
86		Mengambil <i>Compressor</i>	0.39	<i>Pasang Compressor</i>	9.93
87		Membaca <i>Working Card</i>	1.15		
88		Rakit <i>Compressor</i> Pada <i>Casing</i>	8.39		
89		Menuju Peralatan <i>Test 18 Bar</i>	0.48	<i>Test 18 Bar</i>	3.1
90		<i>Test 18 Bar</i>	2.62		
91		Mengangkat Unit Menuju <i>Trolley</i>	0.31	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	2.73
92	Mentransfer Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	1.97			
93	Menaruh Unit Pada <i>Electric Preparation</i>	0.45			
94	<i>Electric Preparation</i>	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.83	<i>Prepare Fan Dan Casing Fan</i>	3.03
95		Menyiapkan <i>Fan Dan Casing Fan</i>	1.18		
96		Membawa <i>Fan Dan Casing Fan</i> Menuju Meja Proses <i>Electric Preparation</i>	1.02		

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
97	<i>Electric Assembly</i>	<i>Checking Kondisi Fan</i>	4.2	<i>Visual Checking Kondisi Fan</i>	4.2
98		Membaca <i>Working Card</i>	0.92	Merakit <i>Fan</i> Dengan <i>Casing-Nya</i>	4.94
99		Merakit <i>Fan</i> Dengan <i>Casing Fan</i>	4.02		
100		Mendekatkan Unit Setengah Jadi Dengan <i>Fan</i> Yang Telah Dirakit	0.27	Pasang <i>Fan</i> Pada <i>Casing</i> Atas Unit	3.68
101		Membaca <i>Working Card</i>	0.74		
102		Rakit <i>Fan</i> Pada Unit Setengah Jadi Pada Bagian Atas	2.67		
103		Menuju Rak Penyimpanan Material	0.81	<i>Prepare</i> Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	2.96
104		Menyiapkan Kabel Dan Koneksi Penghubungnya	1.03		
105		Menuju Meja Proses <i>Electric Preparation</i>	1.12		
106		Membaca <i>Working Card</i>	0.88	<i>Electric Evaporator</i>	35.08
107		Merakit Kabel Dengan <i>Evaporator</i>	34.2		
108		Membaca <i>Working Card</i>	1.24	<i>Electric Condensor</i>	42.17
109		Merakit Kabel Dengan <i>Condensor</i>	40.93		
110		Membaca <i>Working Card</i>	1.03	Menghubungkan <i>Fan</i>	17.95
111		Merakit <i>Fan</i> Dengan Kabel	16.92		
112		Membaca <i>Working Card</i>	0.75	<i>Visual Checking</i> Dan <i>Repair Unit</i>	12.02
113		Merakit <i>Compressor</i> Dengan Semua Komponen	8.16		
114		<i>Checking</i> Semua Komponen	3.11		
115		Mengangkat Unit Menuju <i>Trolley</i>	0.37	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Process</i>	2.06
116		Mentransfer Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Vacuum Process</i>	1.28		
117	Mengangkat Unit Dari <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Proses</i>	0.41			
118	Menghidupkan Alat	0.64	Menunggu <i>Vacuum Process</i> Sampai Alat <i>Ready</i>	3.07	
119	Menunggu Alat <i>Ready</i>	2.43			

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
120	Vacuum And Charging	Membaca <i>Working Card</i>	1.02	Setting Unit Pada Alat Vacuum Process	3.8
121		Setting Alat Pada Vacuum Process	2.78		
122		Memasang Alat Vacuum Process Pada Unit	0.75	Vacuum Process	5.21
123		Vacuum Process	4.46		
124		Melepaskan Alat Pada Vacuum Process	0.25	Memindahkan Unit Dari Vacuum Process Menuju Charging Process	1.21
125		Mengangkat Unit Menuju Trolley	0.38		
126		Mentransfer Unit Menuju Charging Process	0.58		
127		Membaca <i>Working Card</i>	0.72	Setting Unit Untuk Charging Process	1.97
128		Setting Alat Pada Charging Process	1.25		
129		Memasang Alat Charging Process Pada Unit	0.72	Charging Process	5.1
130		Vacuum Process	4.38		
131		Melepaskan Alat Pada Charging Process	0.41	Memindahkan Unit Dengan Trolley Menuju Chamber	2.87
132		Mengangkat Unit Menuju Trolley	0.74		
133	Mentransfer Unit Menuju Chamber	1.72			
134	GEK Testing	Mengangkat Unit Dari Trolley Menuju Chamber	0.62	Memasukkan Unit Pada Chamber	2.02
135		Memasukkan Unit Pada Chamber	1.4		
136		Membaca <i>Working Card</i>	0.81	Setting Mesin Chamber	1.95
137		Menghidupkan Mesin Chamber	1.14		
138		Setting Chamber Untuk Fuctional Test	1.31	Functional Test Pada Chamber	31.18
139		Function Test	29.87		
140		Kembali Ke Set Up Awal Mesin Chamber	1.56	Menunggu Kondisi Stabil Untuk Capacity Test	10.08
141		Menunggu Alat Dalam Kondisi Stabil	8.52		
142		Membaca <i>Working Card</i>	0.72	Setting Mesin Pada Chamber Untuk Capacity Test	1.89
143		Setting Chamber Untuk Capacity Test	1.17		
144		Capacity Test	42.2	Capacity Test	42.2
145		Mematikan Mesin Chamber	0.51	Mengeluarkan Unit Dari Mesin Chamber	2.94
146		Mengeluarkan Unit Dari Mesin Chamber	2.43		

Table 4.2 Breakdown Elemen Kerja Dan Waktu Siklus (Lanjutan)

No	Proses	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas	Total Waktu Siklus (Menit)
147	GEK Testing	Mengangkat Unit Menuju <i>Mini Range</i>	0.64	Memindahkan Unit Dengan <i>Mini Range</i> Menuju Area <i>Packing</i>	2.93
148		Mentransfer Unit Menuju <i>Area Packing</i>	1.62		
149		Menurunkan Unit Dari <i>Mini Range</i> Menuju <i>Area Packing</i>	0.67		
150	Fiishing And Packing	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.41	Prepare Alat <i>Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	1.14
151		Menyiapkan Material <i>Finishing</i>	0.27		
152		Membawa Material Menuju <i>Area Packing</i>	0.46		
153		Membersihkan Unit	10.52	<i>Finishing Unit</i>	12.79
154		Menempel <i>Sticker</i> Pada Unit	1.72		
155		Melengkapi Unit Dengan <i>Working Instruction</i>	0.55		
156	Fiishing And Packing	Menuju Rak Penyimpanan Material	2.93	Prepare Komponen <i>Packing</i> (Karton, <i>Plastic</i> Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	7.16
157		Menyiapkan Material <i>Packing</i>	2.71		
158		Membawa Material Menuju <i>Area Packing</i>	1.52		
159		Membungkus Unit Dengan <i>Bubble Plastic</i>	0.62	<i>Packing Process</i>	15.13
160		Membungkus Unit Dengan Karton	11.2		
161		Mengikat Karton Pembungkus	1.21		
162		Melapisi Karton Dengan <i>Plastic</i>	1.46		
163	Menempel <i>Sticker</i> Pada Karton	0.64			
164	Mengambil <i>Mini Range</i>	0.34	Memindahkan Hasil <i>Packing</i> Ke Tempat Penyimpanan Dengan <i>Mini Range</i>	2.04	
165	Mentransfer Unit Dengan <i>Mini Range</i> Menuju Tempat Penyimpanan	0.46			
166	Meletakkan Unit Pada Area Penyimpanan	0.22			
167	Operator Kembali Ke <i>Packing Area</i>	1.02			

4.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data sesuai dengan diagram alir penelitian yang sudah dijelaskan. Pengolahan data ini dilakukan untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ada, yaitu untuk meminimasi *waste* pada proses produksi GEK tipe H.

4.3.1 Perhitungan *Stopwatch Time Study* (STS)

Pengambilan data waktu dilakukan menggunakan *stopwatch* dalam satuan menit sebanyak 20 kali replikasi (Sutalaksana, 1997). Tabel 4.3 adalah contoh hasil perhitungan waktu siklus proses *packing*. Hasil perhitungan waktu siklus pada aktivitas lain dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 4.3 STS Proses *Packing*

Replikasi	Waktu (menit)	Replikasi	Waktu (menit)
1	15,45	11	15
2	14,52	12	15,68
3	14,98	13	15,57
4	15,40	14	15,42
5	15,13	15	15,88
6	15,25	16	14,08
7	15,05	17	15,95
8	14,40	18	14,33
9	14,30	19	15,48
10	15,23	20	15,42
Total			302,53
Rata-rata			15,13

4.3.1.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil telah seragam serta untuk memperkecil varian yang ada dengan membuang data ekstrim. Nilai yang dibandingkan dalam keseragaman data antara lain rata-rata, batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

$$BKA = \bar{X} + k\sigma$$

$$BKA = \bar{X} - k\sigma$$

Contoh perhitungan untuk proses *packing* adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{15,45 + 14,52 + 14,98 + 15,40 + 15,13 + \dots + 15,95 + 14,33 + 15,48 + 15,42}{20}$$

$$= 15,13$$

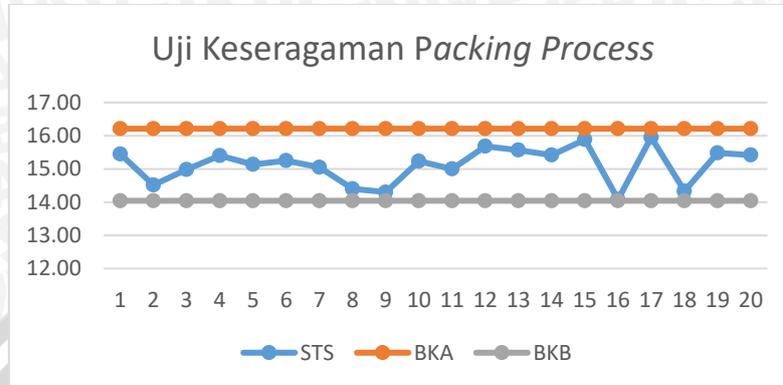
$k = 2$, karena menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%.

$$\sigma = 0,54$$

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{X} + k\sigma \\ &= 15,13 + 2(0,54) \\ &= 16,21 \end{aligned}$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma = 15,13 - 2(0,54) = 14,04$$

Grafik pada gambar 4.3 merupakan peta kontrol uji keseragaman data proses *packing*, dimana keseluruhan data waktu pada setiap replikasi seragam. Data dikatakan seragam karena berada diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 2**.



Gambar 3 Uji Keseragaman Data *Packing Process*

4.3.1.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan setelah seuruh data dinyatakan seragam tidak keluar dari batas kontrol atas (BKA) maupun batas kontrol bawah (BKB). Tujuan dari uji kecukupan data yaitu untuk menguji apakah data sampel yang di uji telah mewakili populasi atau belum. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk uji kecukupan data:

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

Contoh perhitungan untuk proses *packing* adalah sebagai berikut:

$$k = 2 \text{ dan } N = 20$$

$$\sum x = 15,45 + 14,52 + 14,98 + 15,40 + 15,13 + \dots + 15,95 + 14,33 + 15,48 + 15,4$$

$$= 302,53$$

$$(\sum x)^2 = (302,53)^2 = 91526,42$$

$$\sum x^2 = (15,45)^2 + (14,52)^2 + (14,98)^2 + (15,40)^2 + \dots + (15,48)^2 + (15,4)^2$$

$$= 4581,92$$

$$N' = \left[\frac{2 \sqrt{20(4581,92) - (91526,42)}}{302,53} \right]^2 = 1,96 \text{ atau } 2 \text{ data}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai N' sebesar 1,96 atau 2 kali, sehingga data dinyatakan cukup karena $N' \leq N$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data pada proses *packing* sudah memenuhi uji kecukupan data. Perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

4.3.1.3 Waktu Normal dan Waktu Baku

Setelah data yang didapatkan seragam dan cukup mewakili populasi maka langkah selanjutnya yaitu mengolah data tersebut sehingga menghasilkan waktu baku. Tabel 4.4 merupakan rata-rata waktu siklus tiap proses.

Tabel 4.4 Rata-Rata Waktu Siklus GEK Tipe H

Proses	Waktu Siklus (Menit)
<i>Tube Preparation</i>	80,81
<i>Tube Assembling</i>	122,63
<i>Electric Preparation</i>	15,85
<i>Electric Assembling</i>	115,31
<i>Evacuating And Charging</i>	20,16
<i>GEK Testing</i>	95,19
<i>Finishing and packing</i>	38,26

1. Waktu Normal

Penentuan nilai rating pada penelitian ini menggunakan *Westing House System's Rating* dimana ada 4 faktor yang dijadikan penilaian antara lain *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency* yang berisikan nilai-nilai angka berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor. Tabel 4.11 merupakan hasil perhitungan *performance rating* menggunakan tabel penilaian *Westing House System's Rating* berdasarkan pada tabel 2.2.

Tabel 4.5 Nilai *Performance Rating* Untuk Setiap Proses Kerja

Proses	Rating Faktor				Jumlah	PR
	<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>		
<i>Tube Preparation</i>	C1	C1	C	C	0,14	1,14
<i>Tube Assembling</i>	B2	C1	C	C	0,16	1,16
<i>Electric Preparation</i>	C1	C1	C	C	0,14	1,14
<i>Electric Assembling</i>	B1	B2	C	C	0,22	1,22
<i>Evacuating And Charging</i>	C1	B2	C	C	0,17	1,17
<i>GEK Testing</i>	C1	C1	C	C	0,14	1,14
<i>Finishing and packing</i>	C2	C1	C	C	0,11	1,11

Pada Tabel 4.5 proses *Finishing and packing Units*, untuk faktor *skill* diberikan rating C2 (*good*) dengan nilai +0,03 karena pekerja memiliki kemampuan untuk mengikuti prosedur kerja yang ditetapkan dengan baik serta ketrampilan yang dimiliki juga baik. Pada faktor *effort* diberikan rating C1 (*good*) dengan nilai +0,05. Pekerja memiliki usaha yang bagus dimana unit akan dikemas menggunakan karton dan diangkut menuju area penyimpanan. Faktor *condition* yang merupakan kondisi lingkungan kerja pada GEK Line, seperti keadaan pencahayaan, temperatur udara dan kebisingan ruangan diberikan rating C (*good*) dengan nilai 0,02 karena keadaan lingkungan kerja yang standar pada umumnya dengan alat bantu yang sederhana. Faktor *consistency* diberikan rating C (*average*) dengan nilai 0,01 dimana pekerja melakukan *packing* dengan kondisi kemampuan yang baik dan rapi. Setelah didapatkan nilai dari tiap faktor berdasarkan *westing house system's rating*,

langkah selanjutnya adalah menghitung *performance rating*. Berikut merupakan contoh perhitungan *performance rating* untuk proses pengambilan bahan baku.

$$\text{Performance Rating (PR)} = 1 + \text{rating factor} = 1 + 0,11 = 1,11$$

Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja (waktu siklus) dengan nilai *performance rating*.

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus (PR)}$$

Berikut merupakan contoh perhitungan waktu normal proses *packing unit*:

$$\text{Waktu Normal} = 38,26 \times 1,11 = 42,47$$

Waktu normal dari seluruh proses dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

2. Waktu Baku

Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu baku dari tiap proses. Sebelum menghitung waktu baku tiap proses, terlebih dahulu menentukan *allowance* (kelonggaran) dari tiap proses. Tabel 4.6 merupakan penentuan *allowance* pada proses *finishing and packing unit* menurut Satalaksana (2006). Penentuan *allowance* pada proses lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Tabel 4.6 Faktor *Allowance* Pada Proses *Packing Unit*

Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga yang dikeluarkan	Sangat ringan	2%
Sikap kerja	Badan tegak, ditumpu dua kaki	2%
Gerakan kerja	Normal	0%
Kelelahan mata	Pandangan yang terputus-putus	3%
Keadaan temperature tempat kerja	Normal	5%
Keadaan atmosfer	Baik	0%
Keadaan lingkungan	Bersih, sehat	0%
Kebutuhan pribadi	Pria	2%
Total		14%

Tabel 4.6 adalah contoh penentuan *allowance* proses *finishing and packing* GEK tipe H. Dari hasil proses *finishing and packing* pada kondisi yang ada ditentukan *allowance* sebesar 14%. Setelah didapatkan nilai *allowance* kemudian dilakukan perhitungan waktu baku. Berikut ini merupakan perhitungan waktu baku pada proses *finishing and packing*.

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}(\%)}$$

$$\text{Waktu Baku} = 42,47 \times \frac{100\%}{100\% - 14\%}$$

$$= 49,38 \text{ menit}$$

Data perhitungan waktu normal dan waktu baku secara keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

4.3.2 Current State Map (CSM)

Current State Map merupakan penggambaran proses produksi yang terdiri dari aliran informasi dan aliran material. Penggambaran *Current State Map* didasarkan pada *breakdown* aktivitas dan waktu standar yang telah dibuat pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Breakdown Aktivitas Dan Waktu Standar (Menit)

No	Proses	Aktivitas	Cara Perhitungan Waktu	Waktu Standar (Menit)	Satuan	Perhitungan Dalam VSM (Menit)	
1	<i>Tube Preparation</i>	<i>Prepare</i> Pipa (Cu)	STS	4,59	15 Batang Pipa	Sebelum Proses Pemotongan Pipa 4,59 Menit	
2		Memindahkan Pipa Dengan <i>Hand Palet</i> Dari Rak Penyimpanan	STS	3,25	15 Batang Pipa	Transportasi Dari Rak Penyimpanan Menuju <i>Tube Preparation</i> 3,25 Menit	
3		Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	STS	9,27		<i>Pipe Forming Process</i> Pada <i>Tube Preparation</i> 91,28 Menit	
4		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	STS	2,89			
5		Potong Pipa Sesuai Ukuran	STS	25,75	15 Batang Pipa Dipotong Menjadi 30 Potong		
6		Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	STS	1,56			
7		<i>Bending</i> Pipa	STS	8,47	10 Pipa		
8		Mengukur Kesesuaian Hasil <i>Bending</i>	STS	1,56	10 Pipa Hasil <i>Bending</i>		
9		Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	STS	1,79			
10		Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	STS	11,86	20 Batang Pipa Dibor Menjadi 20 Lubang		
11		Mengembalikan Alat Bor	STS	2,20			
12		<i>Reamer</i> Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	STS	6,53	20 Lubang		
13		<i>Brazing</i> Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	STS	12,94	10 Batang Pipa		
14		<i>Visual Checking</i>	STS	6,46	10 Batang Pipa		Menunggu Proses Selanjutnya 10,84 Menit
15		Menunggu Proses Selanjutnya	STS	4,38	10 Batang Pipa		

Tabel 4.7 Breakdown Aktivitas Dan Waktu Standar (Menit) (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Cara Perhitungan Waktu	Waktu Standar (Menit)	Satuan	Perhitungan Dalam VSM (Menit)		
16	Tube Assembling	<i>Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor</i>	STS	4,67	1 Unit	Sebelum Proses <i>Assembling</i> 4,67 Menit		
17		<i>Visual Checking</i>	STS	2,87	1 Unit	Assembly Process Pada Tube <i>Assembling</i> 163,66 Menit		
18		Pasang Pipa Dengan <i>Coil</i>	STS	12,66	1 Unit			
19		Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	STS	15,52	1 Unit			
20		Masukkan <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	STS	4,81	1 Unit			
21		Pasang Penutup Bawah <i>Casing</i>	STS	5,56	1 Unit			
22		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	STS	3,14	1 Unit			
23		<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i> Dengan Gerinda	STS	5,33	3 Buah <i>Header</i>			
24		Mengembalikan Gerinda	STS	2,79	1 Unit			
25		<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	STS	4,30	3 Buah <i>Header</i>			
26		<i>Brazing Evaporator</i> Dengan <i>Coil</i>	STS	8,43	1 Unit			
27		<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	STS	5,29	1 Unit			
28		Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	STS	10,95	1 Unit			
29		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	STS	1,73	1 Unit			
30		<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda	STS	5,49	2 <i>Header</i>			
31		Mengembalikan Gerinda	STS	2,91	1 Unit			
32		<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	STS	4,06	2 <i>Header</i>			
33		<i>Brazing Condensor</i> Dengan <i>Coil</i>	STS	5,33	1 Unit			
34		<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	STS	4,24	1 Unit			
35		Pasang <i>Condensor</i>	STS	18,50	1 Unit			
36		Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa	STS	7,21	1 Unit			
37		Pasang <i>Ventilator</i>	STS	15,38	1 Unit			
38		Pasang <i>Compressor</i>	STS	14,05	1 Unit			
39		Test 18 Bar	Kecepatan Alat Test	3,1	1 Unit			
40		Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	STS	3,86	1 Unit		Transportasi Ke Proses <i>Accessories Assembly Process</i> 3,86 Menit	
41		<i>Electric Preparation</i>	<i>Prepare Fan</i> Dan <i>Casing Fan</i>	STS	3,93		1 Unit	Proses Sebelum <i>Accessories Assembly Process</i> 3,93 Menit

Tabel 4.7 Breakdown Aktivitas Dan Waktu Standar (Menit) (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Cara Perhitungan Waktu	Waktu Standar (Menit)	Satuan	Perhitungan Dalam VSM (Menit)
42	Electric Assembling	Visual Checking Kondisi Fan	STS	7,12	1 Unit	Accessories Assembly Process Pada Electric Preparation 21,73 Menit
43		Merakit Fan Dengan Casing-Nya	STS	8,37	1 Unit	
44		Pasang Fan Pada Casing Atas Unit	STS	6,24	1 Unit	
45		Prepare Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	STS	5,02	20 Kabel	Proses Sebelum Electric Assembling 5,02 Menit
46		Electric Evaporator	STS	59,44	1 Unit	Proses Electric Assembling 161,31 Menit
47		Electric Condensor	STS	71,45	1 Unit	
48		Menghubungkan Fan	STS	30,42	1 Unit	
49		Visual Checking Dan Repair Unit	STS	20,37	1 Unit	Menunggu Checking And Repair 20,37 Menit
50	Memindahkan Unit Dengan Trolley Menuju Meja Vacuum Process	STS	3,49	1 Unit	Transportasi Menuju Vacuum Process 3,49 Menit	
51	Menunggu Vacuum Process Sampai Alat Ready	STS	5,20	1 Unit	Menunggu Set Up 5,20Menit	
52	Evacuating And Charging	Setting Unit Pada Alat Vacuum Process	STS	5	1 Unit	Vacuum Process 11,85 Menit
53		Vacuum Process	STS	6,85	1 Unit	
54		Memindahkan Unit Dari Vacuum Process Menuju Charging Process	STS	1,59	1 Unit	Transportasi Ke Charging Process 1,59 Menit
55		Setting Unit Untuk Charging Process	STS	2,59	1 Unit	Charging Process 9,29 Menit
56		Charging Process	Kecepatan Mesin	6,70	1 Unit	
57		Memindahkan Unit Dengan Trolley Menuju Chamber	STS	3,77	1 Unit	Transportasi Ke Functional Test 3,77 Menit
58		Functional Test Pada Chamber	Memasukkan Unit Pada Chamber	STS	2,59	1 Unit
59	Setting Mesin Chamber		STS	2,50	1 Unit	
60	Functional Test Pada Chamber		STS	39,94	1 Unit	
61	GEK Testing	Menunggu Kondisi Stabil Untuk Capacity Test	STS	12,91	1 Unit	Menunggu Capacity Test 12,91 Menit
62		Setting Mesin Pada Chamber Untuk Capacity Test	STS	2,42	1 Unit	Capacity Test 60,24 Menit
63		Capacity Test	Kecepatan Mesin	54,05	1 Unit	
64		Mengeluarkan Unit Dari Mesin Chamber	STS	3,77	1 Unit	Transportasi Unit Ke Area Finishing And Packing 3,75 Menit
65		Memindahkan Unit Dengan Hand Palet Menuju Area Finishing And Packing	STS	3,75	1 Unit	

Tabel 4.7 Breakdown Aktivitas Dan Waktu Standar (Menit) (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Cara Perhitungan Waktu	Waktu Standar (Menit)	Satuan	Perhitungan Dalam VSM (Menit)
66	Finishing And Packing	Prepare Alat Finishing (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	STS	1,47	1 Unit	Proses Sebelum Finishing Unit 1,47 Menit
67		Finishing And Inspection Unit	STS	16,51	1 Unit	Finishing And Inspection Unit 16,51 Menit
68		Prepare Komponen Packing (Karton, Plastic Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	STS	9,24	1 Unit	Proses Sebelum Packing 9,24 Menit
69		Packing Process	STS	19,53	1 Unit	Packing Process 19,53 Menit
70		Memindahkan Hasil Packing Ke Tempat Penyimpanan Dengan Hand Palet	STS	2,63	1 Unit	Transportasi Ke Area Penyimpanan 2,63 Menit

Sedangkan gambar 4.11 akan menjelaskan CSM tentang gambaran proses produksi GEK tipe H pada GEK line. Pada CSM ini dijelaskan bahwa departemen produksi mengeluarkan Surat Perintah Kerja (SPK) kepada bagian produksi secara menyeluruh. Dari SPK yang dibuat selanjutnya warehouse akan mengirimkan material yang dibutuhkan kepada bagian *pipe forming process*, *assembly process*, *accessories assembly*, *electric assembly* dan *finishing process* dengan menggunakan *hand palet*. Material yang dikirimkan berupa batangan pipa untuk *pipe forming process*. *Coil*, *casing*, *evaporator*, *condenser* dan *compressor* untuk *assembly process* dan aksesoris pendukung unit untuk *accessories assembly process*. Sedangkan untuk *finishing process* material yang dikirim berupa karton pembungkus, plastik dan alat pendukung lainnya. Selanjutnya pada *pipe forming process*, pekerja melakukan tahap *prepare* material yang dibutuhkan dengan waktu rata-rata 4,59 menit untuk proses pembuatan pipa selama 1 *shift*. Pipa yang telah disiapkan selanjutnya dibawa dengan menggunakan *hand pallet* ke meja *pipe forming process* dengan waktu tempuh 3,25 menit. Dalam sekali perpindahan, operator membawa 15 batang pipa. Selanjutnya pipa akan di proses pada *pipe forming process* oleh 1 operator dalam 1 *shift* selama 91,28 menit untuk menghasilkan rakitan pipa. Pada *pipe forming process*, pipa harus menunggu untuk menuju proses selanjutnya dikarenakan menunggu hasil *brazing* dingin terlebih dahulu selama 4,38 menit.

Sebelum menuju *assembly process* dibutuhkan waktu 4,67 menit untuk melakukan *prepare* material yang akan digunakan dalam *assembly* seperti *Coil*, *casing*, *evaporator* dan *condensor*. Pada *assembly process* jumlah operator yang bertugas sebanyak 3 orang yang

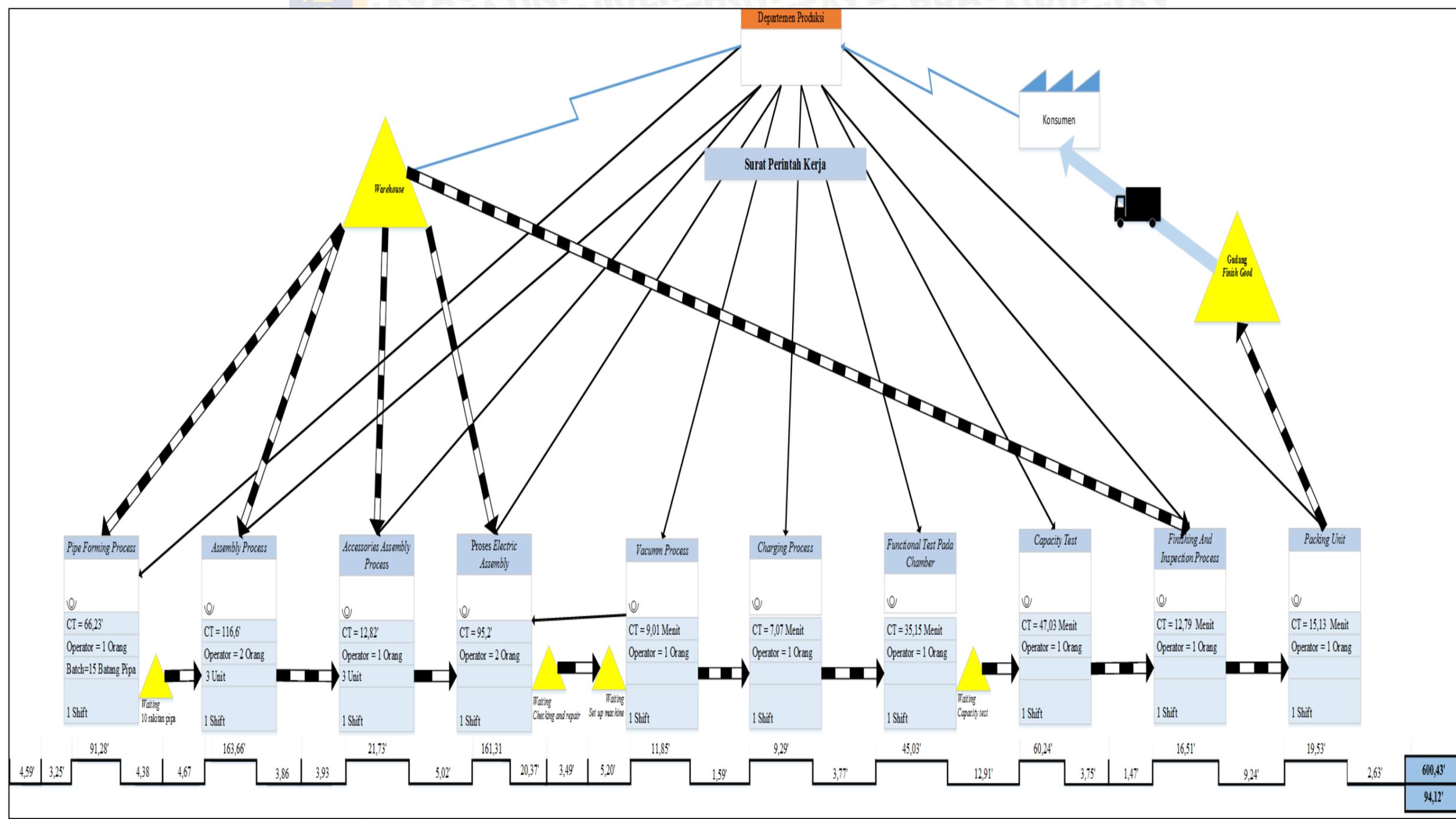
bekerja 1 *shift*. Proses *assembly* ini memungkinkan pipa yang telah dirakit sebelumnya untuk disambungkan dengan *Coil*, *evaporator* dan *condensor* dan dibungkus dengan *casing* agar menjadi 1 unit. Dalam pengerjaannya membutuhkan waktu 163,66 menit untuk setiap unitnya sehingga pada *assembly process* ini operator dapat mengerjakan rata-rata 6 unit selama 1 *shift* kerja. Selanjutnya, unit yang telah setengah jadi dibawa menuju *Accessories assembly process* dengan *trolley* selama 3,86 menit.

Proses selanjutnya adalah *Accessories assembly process* dimana unit setengah jadi dari proses sebelumnya akan dirakit dengan *fan*. Sebelum proses perakitan, terlebih dahulu dilakukan *prepare fan* dan *casing fan* yang selama 3,93 menit. Setelah *Accessories* yang dibutuhkan siap maka selanjutnya *Accessories assembly process* dilakukan oleh 1 orang operator selama 21,73 menit dalam 1 *shift* kerja. *Accessories assembly process* diawali dengan mengecek kondisi *fan* terlebih dahulu sebelum memasangnya. Unit yang telah terpasang *fan* selanjutnya menuju *electric assembly*. Sama seperti proses-proses sebelumnya, dilakukan *prepare* material terlebih dahulu seperti kabel-kabel dan koneksi yang dibutuhkan. Tahap *prepare* ini membutuhkan waktu 5,02 menit. Setelah *prepare* selesai maka 2 operator melakukan *electric assembling* dimana unit dihubungkan dengan kabel dan koneksi agar dapat berfungsi. Waktu yang dibutuhkan oleh operator yaitu 161,31 menit untuk merakit tiap unit dalam 1 *shift* kerja. Unit yang telah terhubung dengan kabel selanjutnya harus menunggu untuk *checking* dan *repair* unit agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan kabel. Waktu yang dibutuhkan untuk menunggu yaitu 20,37 menit. Unit yang lolos dari *checking* and *repair* selanjutnya ditransportasikan dengan menggunakan *trolley* menuju *vacuum process* selama 3,49 menit.

Sebelum memasuki *vacuum process* unit masih harus menunggu untuk *set up* sampai alat *vacuum ready* yaitu 5,20 menit. *vacuum process* dimulai dengan memasukan unit pada *vacuum process* dan men-*setting* unit pada alat *vacuum* sehingga *vacuum process* dapat segera dilakukan. Waktu yang dibutuhkan selama *vacuum process* yaitu 11,85 menit. Operator yang bertugas sebanyak 1 orang selama 1 *shift* kerja. Unit yang telah selesai *vacuum process* selanjutnya dipindahkan menuju *charging process* dengan waktu 1,59 menit. proses selanjutnya yaitu *charging process* dimana unit di-*setting* terlebih dahulu lalu *charging process* dimulai. Pada proses ini operator yang bertugas sebanyak 1 orang sehingga memakan waktu 9,29 menit untuk 1 *shift* kerja.

Unit dari *charging process* selanjutnya dipindahkan menuju *functional test* dengan *trolley* selama 3,77 menit. *Functional Test* dilakukan oleh 1 operator yang bertugas selama 1 *shift* kerja. Pada proses ini unit dimasukkan kedalam alat yang bernama *chamber* dimana

alat ini memiliki temperatur tertentu dan berfungsi sebagai alat *test* untuk mengetahui apakah unit mengalami kebocoran dan tahan terhadap temperatur tertentu. *Functional Test* sendiri membutuhkan waktu 45,03 menit. setelah *functional test* maka unit harus menunggu selama 12,91 menit untuk dapat dilakukan *capacity test* karena unit pada *chamber* harus distabilkan pada suhu normal. Unit yang telah stabil selanjutnya memasuki *capacity test* yang dilakukan oleh 1 operator selama 60,24 menit selama 1 *shift* kerja. Proses selanjutnya adalah *finishing and packing*. Unit terlebih dahulu dipindahkan dengan menggunakan *hand palet* menuju area *finishing and packing* selama 3,75 menit. sebelum proses *finishing* terlebih dahulu dilakukan *prepare material* yang digunakan. Waktu yang digunakan untuk *prepare* yaitu 1,47 menit. setelah itu unit memasuki *finishing and inspection process* yang dilakukan oleh 1 orang operator dengan waktu 16,51 menit. Setelah *finishing and inspection process* selesai maka unit menuju *process* terakhir yaitu *packing process*. Sebelum *packing process* dimulai, 1 orang operator yang bertugas melakukan *prepare material* seperti karton pembungkus, plastik dan alat bantu lainnya. Waktu yang diperlukan untuk *prepare material* yaitu 9,24 menit. Material yang telah dibutuhkan siap maka selanjutnya *packing process* dilakukan selama 19,53 menit dalam 1 *shit* kerja, setelah *packing process* selesai maka tahap akhir yaitu memindahkan unit ke area penyimpanan (*finish good*) dengan menggunakan *hand palet*. Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan unit adalah 2,63 menit. Unit yang berada di *finish good* selanjutnya siap untuk didistribusikan ke konsumen. Dapat disimpulkan bahwa total waktu *value added* untuk memproduksi unit GEK tipe H tiap unitnya adalah 600,43 menit, sedangkan waktu *non value added* sebesar 94,12 menit.



Gambar 4.11 Current State Map Proses Produksi GEK Tipe H

4.3.3 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping digunakan untuk mengetahui segala aktivitas-aktivitas yang berlangsung selama proses produksi yang memberikan nilai tambah (*value added*) maupun tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) dan *necessary but non value added*. PAM dilakukan berdasarkan *breakdown* aktivitas dan *current state map* yang dibuat. PAM dari proses produksi GEK tipe H dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping*

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
1	Tube preparation	Prepare Pipa (Cu)	Menuju Warehouse	2.03		√				NNVA
2			Memilih Pipa Yang Dibutuhkan	0.45				√		NNVA
3			Mengambil Pipa	1.1				√		NNVA
4		Memindahkan Pipa Dengan Hand Palet Dari Rak Penyimpanan	Meletakkan Pipa Pada Mini Range	0.41				√		NNVA
5			Memindahkan Pipa Menuju Meja Proses	2.13		√				NNVA
6		Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	Membaca Working Card	0.52				√		NNVA
7			Mal Pipa	6.72				√		NNVA
8		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengambil Gerinda	1.22		√				NNVA
9			Kembali Ke Meja Proses	1.04		√				NNVA
10		Potong Pipa Sesuai Ukuran	Mengambil Pipa Yang Telah Dimal	1.36				√		NNVA
11			Memotong Pipa Dengan Gerinda	18.74				√		VA
12		Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Gerinda	0.53		√				NNVA
13			Kembali Ke Meja Proses	0.69		√				NNVA
14		Bending Pipa	Memilih Pipa Yang Akan Dibending	1.61				√		NNVA
15			Membaca Working Card	2.18				√		NNVA
16			Membending Pipa	2.82				√		VA

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
17	Tube Preparation	Mengukur Kesesuaian Hasil <i>Bending</i>	Mengambil Alat Ukur	0.32				√		NNVA
18			Mengukur Hasil <i>Bending</i>	0.9				√		NNVA
19		Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengambil Alat Bor	0.72		√				NNVA
20			Kembali Ke Meja Proses	0.68		√				NNVA
21		Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	Membaca <i>Working Card</i>	1.35				√		NNVA
22			Bor Pipa	7.91				√		VA
23		Mengembalikan Alat Bor	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Alat Bor	1.04		√				NNVA
24			Kembali Ke Meja Proses	0.68		√				NNVA
25		Reamer Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	Menuju Alat <i>Reamer</i> Pipa	0.42		√				NNVA
26			<i>Reamer</i> Pipa	3.57				√		VA
27			Kembali Ke Meja Proses	1.11		√				NNVA
28		Brazing Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	Memilih Pipa Yang Akan Di <i>Brazing</i>	1.36				√		NNVA
29			<i>Brazing</i> Pipa	8.74				√		VA
30		Visual Checking	Meletakkan Pipa Hasil <i>Brazing</i>	0.26				√		NNVA
31			Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.21				√		NNVA
32			Checking Hasil <i>Brazing</i>	2.95	√					NNVA
33		Menunggu Proses Selanjutnya	Menaruh Pipa Pada Meja <i>Tube Assembly</i>	0.31				√		NNVA
34			Menunggu Pipa Hasil <i>Brazing</i> Dingin	4.73				√		NVA
35		Tube Assembly	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.65		√				NNVA
36			<i>Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor</i>	2.08				√		NNVA
37			Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	0.57		√				NNVA

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
38	Tube Assembly	<i>Visual Checking</i>	<i>Checking</i> Kondisi Material	2.03	√					NNVA
39		Pasang Pipa Dengan <i>Coil</i>	Membaca <i>Working Card</i>	1.03				√		NNVA
40			Mengambil Pipa Dan <i>Coil</i>	1.13				√		NNVA
41			Merakit Pipa Dengan <i>Coil</i>	6.79				√		VA
42			Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	Membaca <i>Working Card</i>	0.71				√	
43		Mengambil <i>Casing</i>		1.18				√		NNVA
44		Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping		9.08				√		VA
45		Masukkan <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	Mengambil <i>Coil</i>	0.24				√		NNVA
46			Memasang <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	3.16				√		VA
47		Pasang Penutup Bawah <i>Casing</i>	Mengambil <i>Casing</i> Bagian Bawah	0.35				√		NNVA
48			Merakit <i>Casing</i> Bagian Bawah	3.58				√		VA
49		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	Menuju Rak Peralatan	0.92		√				NNVA
50			Mengambil Gerinda	0.15				√		NNVA
51		<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i> Dengan Gerinda	Mengambil <i>Evaporator</i>	0.57				√		NNVA
52			Memotong <i>Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i>	3.2				√		VA
53		Mengembalikan Gerinda	Menuju Rak Peralatan	0.73		√				NNVA
54			Mengembalikan Gerinda	0.13				√		NNVA
55			Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	1.11		√				NNVA
56		<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	Membaca <i>Working Card</i>	1.14				√		NNVA
57			Menuju Peralatan <i>Expand</i>	0.36		√				NNVA
58			<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	1.54				√		VA
59		<i>Brazing</i> <i>Evaporator</i> Dengan <i>Coil</i>	Mengambil <i>Coil</i> Dan <i>Evaporator</i>	1.34				√		NNVA
60			Menuju Peralatan <i>Brazing</i>	0.37		√				NNVA
61			<i>Brazing</i> <i>Evaporator</i> Dan <i>Coil</i>	4.25				√		VA

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
62		<i>Cleaning Hasil Brazing</i>	Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.24				√		NNVA
63			Membersihkan Hasil <i>Brazing</i>	3.5				√		NNVA
64	Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>		Menuju Rakitan <i>Casing</i>	0.38		√				NNVA
65			Membaca <i>Working Card</i>	1.46				√		NNVA
66			Merakit <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	5.9				√		VA
67	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong		Menuju Rak Peralatan	0.51		√				NNVA
68			Mengambil Gerinda	0.15				√		NNVA
69			Kembali Ke Meja Proses	0.56		√				NNVA
70	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda		Mengambil <i>Condensor</i>	0.62				√		NNVA
71			Memotong <i>Header Condensor</i>	3.26				√		VA
72	<i>Tube Assembly</i>	Mengembalikan Gerinda	Menuju Rak Peralatan	1.03		√				NNVA
73			Mengembalikan Gerinda	0.21				√		NNVA
74			Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	0.82		√				NNVA
75	Expand Ujung Hasil <i>Cutting</i>		Membaca <i>Working Card</i>	0.82				√		NNVA
76			Menuju Peralatan <i>Expand</i>	0.24		√				NNVA
77			Expand Ujung Hasil <i>Cutting</i>	1.81				√		VA
78	<i>Brazing Condensor</i> Dengan <i>Coil</i>		Mengambil <i>Coil</i> Dan <i>Evaporator</i>	2.03				√		NNVA
79			Menuju Peralatan <i>Brazing</i>	1.74		√				NNVA
80	<i>Cleaning Hasil Brazing</i>		Membungkus Hasil <i>Brazing</i> Dengan Kain Basah	0.32				√		NNVA
81			Membersihkan Hasil <i>Brazing</i>	2.68				√		NNVA
82	Pasang <i>Condensor</i>		Merakit <i>Condensor</i>	13.08				√		VA
83	Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa		Membaca <i>Working Card</i>	0.63				√		NNVA
84			Merakit <i>Condensor</i> Pada Pipa	4.47				√		VA
85	Pasang <i>Ventilator</i>		Merakit <i>Ventilator</i>	10.87				√		VA

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
86		Pasang Compressor	Mengambil Compressor	0.39				√		NNVA
87			Membaca Working Card	1.15				√		NNVA
88			Rakit Compressor Pada Casing	8.39				√		VA
89	Tube Assembly	Test 18 Bar	Menuju Peralatan Test 18 Bar	0.48		√				NNVA
90			Test 18 Bar	2.62				√		VA
91		Memindahkan Unit Dengan Trolley Menuju Electric Preparation	Mengangkat Unit Menuju Trolley	0.31				√		NNVA
92			Mentransfer Unit Dengan Trolley Menuju Electric Preparation	1.97		√				NNVA
93			Menaruh Unit Pada Electric Preparation	0.45				√		NNVA
94	Electric Preparation	Prepare Fan Dan Casing Fan	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.83		√				NNVA
95			Menyiapkan Fan Dan Casing Fan	1.18				√		NNVA
96			Membawa Fan Dan Casing Fan Menuju Meja Proses Electric Preparation	1.02		√				NNVA
97	Electric Assembly	Visual Checking Kondisi Fan	Checking Kondisi Fan	4.2	√					NNVA
98		Merakit Fan Dengan Casing-Nya	Membaca Working Card	0.92				√		NNVA
99			Merakit Fan Dengan Casing Fan	4.02				√		VA
100		Pasang Fan Pada Casing Atas Unit	Mendekatkan Unit Setengah Jadi Dengan Fan Yang Telah Dirakit	0.27				√		NNVA
101			Membaca Working Card	0.74				√		NNVA
102			Rakit Fan Pada Unit Setengah Jadi Pada Bagian Atas	2.67				√		VA
103		Prepare Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.81		√				NNVA
104			Menyiapkan Kabel Dan Koneksi Penghubungnya	1.03				√		NNVA
105			Menuju Meja Proses Electric Preparation	1.12		√				NNVA

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
106		<i>Electric Evaporator</i>	Membaca <i>Working Card</i>	0.88				√		NNVA
107			Merakit Kabel Dengan <i>Evaporator</i>	34.2				√		VA
108		<i>Electric Condensor</i>	Membaca <i>Working Card</i>	1.24				√		NNVA
109			Merakit Kabel Dengan Condensor	40.93				√		VA
110		Menghubungkan <i>Fan</i>	Membaca <i>Working Card</i>	1.03				√		NNVA
111			Merakit <i>Fan</i> Dengan Kabel	16.92				√		VA
112	<i>Electric Assembly</i>	<i>Visual Checking Dan Repair Unit</i>	Membaca <i>Working Card</i>	0.75				√		NNVA
113			Merakit <i>Compressor</i> Dengan Semua Komponen	8.16				√		VA
114			<i>Checking</i> Semua Komponen	3.11	√					NNVA
115			Mengangkat Unit Menuju <i>Trolley</i>	0.37				√		NNVA
116	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Process</i>	Mentransfer Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Vacuum Process</i>	1.28		√				NNVA	
		Mengangkat Unit Dari <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Proses</i>	0.41				√		NNVA	
117		Menghidupkan Alat	0.64				√		NNVA	
118	Menunggu <i>Vacuum Process</i> Sampai Alat <i>Ready</i>	Menunggu Alat <i>Ready</i>	2.43			√			NVA	
119										
120		Setting Unit Pada Alat <i>Vacuum Process</i>	Membaca <i>Working Card</i>	1.02				√		NNVA
121			Setting Alat Pada <i>Vacuum Process</i>	2.78				√		NNVA
122		<i>Vacuum Process</i>	Memasang Alat <i>Vacuum Process</i> Pada Unit	0.75				√		NNVA
123			<i>Vacuum Process</i>	4.46				√		VA
124	<i>Vacuum And Charging</i>	Mememindahkan Unit Dari <i>Vacuum Process</i> Menuju <i>Charging Process</i>	Melepaskan Alat Pada <i>Vacuum Process</i>	0.25				√		NNVA
125			Mengangkat Unit Menuju <i>Trolley</i>	0.38				√		NNVA
126			Mentransfer Unit Menuju <i>Charging Process</i>	0.58		√				NNVA
127			Setting Unit Untuk <i>Charging Process</i>	Membaca <i>Working Card</i>	0.72				√	
128		Setting Alat Pada <i>Charging Process</i>	1.25				√		NNVA	

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan
					I	T	D	O	S	
129	Vacuum And Charging	Charging Process	Memasang Alat Charging Process Pada Unit	0.72				√		NNVA
130			Charging Process	4.38				√		VA
131		Memindahkan Unit Dengan Trolley Menuju Chamber	Melepaskan Alat Pada Charging Process	0.41				√		NNVA
132			Mengangkat Unit Menuju Trolley	0.74				√		NNVA
133			Mentransfer Unit Menuju Chamber	1.72		√				NNVA
134	Memasukkan Unit Pada Chamber	Mengangkat Unit Dari Trolley Menuju Chamber	0.62				√		NNVA	
135		Memasukkan Unit Pada Chamber	1.4				√		NNVA	
136	Setting Mesin Chamber	Membaca Working Card	0.81				√		NNVA	
137		Menghidupkan Mesin Chamber	1.14				√		NNVA	
138	Functional Test Pada Chamber	Setting Chamber Untuk Fuctional Test	1.31				√		NNVA	
139		Function Test	29.87				√		VA	
140	GEK Testing	Menunggu Kondisi Stabil Untuk Capacity Test	Kembali Ke Set Up Awal Mesin Chamber	1.56				√		NNVA
141			Menunggu Alat Dalam Kondisi Stabil	8.52			√			NVA
142		Setting Mesin Pada Chamber Untuk Capacity Test	Membaca Working Card	0.72				√		NNVA
143			Setting Chamber Untuk Capacity Test	1.17				√		NNVA
144		Capacity Test	Capacity Test	42.2				√		VA
145		Mengeluarkan Unit Dari Mesin Chamber	Mematikan Mesin Chamber	0.51				√		NNVA
146			Mengeluarkan Unit Dari Mesin Chamber	2.43				√		NNVA
147		Memindahkan Unit Dengan Mini Range Menuju Area Packing	Mengangkat Unit Menuju Mini Range	0.64				√		NNVA
148			Mentransfer Unit Menuju Area Packing	1.62			√			NNVA
149	Menurunkan Unit Dari Mini Range Menuju Area Packing		0.67				√		NNVA	

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu (Menit)	Aktivitas					Keterangan	
					I	T	D	O	S		
150		Prepare Alat <i>Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	Menuju Rak Penyimpanan Material	0.41		√				NNVA	
151			Menyiapkan Material <i>Finishing</i>	0.27				√		NNVA	
152			Membawa Material Menuju Area <i>Packing</i>	0.46		√				NNVA	
153	<i>Finishing Unit</i>		Membersihkan Unit	10.52				√		NNVA	
154			Menempel <i>Sticker</i> Pada Unit	1.72				√		VA	
155			Melengkapi Unit Dengan <i>Working Instruction</i>	0.55				√		VA	
156	<i>Finishing And Packing</i>	Prepare Komponen <i>Packing</i> (Karton, <i>Plastic</i> Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	Menuju Rak Penyimpanan Material	2.93		√				NNVA	
157			Menyiapkan Material <i>Packing</i>	2.71				√		NNVA	
158			Membawa Material Menuju Area <i>Packing</i>	1.52		√				NNVA	
159		<i>Packing Process</i>		Membungkus Unit Dengan <i>Bubble Plastic</i>	0.62				√		VA
160				Membungkus Unit Dengan Karton	11.2				√		VA
161				Mengikat Karton Pembungkus	1.21				√		VA
162				Melapisi Karton Dengan <i>Plastic</i>	1.46				√		VA
163				Menempel <i>Sticker</i> Pada Karton	0.64				√		VA
164		Memindahkan Hasil <i>Packing</i> Ke Tempat Penyimpanan Dengan <i>Mini Range</i>		Mengambil <i>Mini Range</i>	0.34				√		NNVA
165				Mentransfer Unit Dengan <i>Mini Range</i> Menuju Tempat Penyimpanan	0.46		√				NNVA
166	Meletakkan Unit Pada Area Penyimpanan			0.22				√		NNVA	
167	Operator Kembali Ke <i>Packing Area</i>			1.02		√				NNVA	

Pada tabel 4.8 semua aktivitas diidentifikasi ke dalam 3 jenis aktivitas yaitu *value added* (VA), *non value added* (NVA) dan *necessary but non value added* (NNVA). Pada tabel 4.8 dapat dilihat pada *tube preparation process* terdapat elemen kerja *bending* pipa yang dilakukan secara manual oleh operator. Elemen kerja *bending* pipa tersebut digolongkan dalam aktivitas *value added* (VA) karena proses *bending* pipa memberikan nilai tambah. Selain *value added* (VA) juga terdapat aktivitas *non value added activity* (NVA)

seperti elemen kerja mengambil gerinda pada *tube preparation* yang dilakukan secara manual. Sedangkan aktivitas yang termasuk dalam *necessary but non value added* (NNVA) pada *tube preparation* yaitu elemen kerja dimana operator menuju *warehouse* untuk mengambil material.

Berdasarkan tabel 4.8 dapat dibuat ringkasan tabel tentang jumlah perhitungan serta waktu dari aktivitas-aktivitas. Selain itu juga disajikan besarnya persentase dari VA, NVA dan NNVA. Ringkasan dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Tube Preparation*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	1	2,95	
<i>Transportation</i>	12	12,29	
<i>Delay</i>	1	4,73	
<i>Operation</i>	20	60,84	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	34	80,81	
VA	5	41,78	52,7
NVA	1	4,73	4,86
NNVA	28	34,3	42,44
Total	34	80,81	100

Tabel 4.9 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap elemen kerja pada *tube assembly*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *storage*. Terdapat 1 elemen kerja yang digolongkan dalam *inspection* dan *delay* dengan masing-masing total waktu 2,95 menit dan 4,73 menit. *Transportation* memiliki 12 elemen kerja dengan total waktu 12,29 menit dan *operation* memiliki 20 elemen kerja dengan total waktu 60,84 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase sebesar 52,7 %, NVA sebesar 4,86 % dan NNVA sebesar 42,44 %. Maka didapatkan total waktu aktivitas untuk *pipe forming process* adalah 80,81 menit dengan 34 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.10 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Tube Assembly*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	1	2,03	
<i>Transportation</i>	16	12,44	
<i>Delay</i>	0	0	
<i>Operation</i>	42	107,93	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	59	121,48	
VA	16	82	67,5
NVA	0	0	0
NNVA	43	39,48	32,5
Total	59	121,48	100

Tabel 4.10 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap elemen kerja pada *assembly process*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *storage* dan *delay*. Terdapat 1 aktivitas yang digolongkan dalam *inspection* dengan

waktu 2,03 menit. *Transportation* memiliki 16 elemen kerja dengan total waktu 12,44 menit dan *operation* memiliki 42 elemen kerja dengan total waktu 107,93 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase sebesar 67,5% dan NNVA sebesar 32,5 %. Maka didapatkan total waktu aktivitas untuk *assembly process* adalah 121,48 menit dengan 59 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.11 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Electric Preparation*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	0	0	
<i>Transportation</i>	2	1,85	
<i>Delay</i>	0	0	
<i>Operation</i>	1	1,18	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	3	3,03	
VA	0	0	0
NVA	0	0	0
NNVA	3	3,03	100
Total	3	3,03	100

Tabel 4.11 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap aktivitas pada *electric preparation*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada aktivitas yang digolongkan dalam *inspection*, *storage* dan *delay*. Terdapat 2 elemen kerja yang digolongkan dalam *transportation* dan 1 *operation* dengan masing-masing waktu 1,85 menit dan 1,18 menit. Sedangkan untuk elemen kerja VA dan NVA tidak memiliki presentase dan NNVA memiliki presentase sebesar 100%. Sehingga didapatkan total waktu elemen kerja untuk *electric assembly* adalah 3,03 menit dengan 3 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.12 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Electric Assembly*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	2	7,31	
<i>Transportation</i>	3	3,21	
<i>Delay</i>	1	2,43	
<i>Operation</i>	17	115,18	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	23	128,13	
VA	6	18,8	14,67
NVA	1	2,43	1,9
NNVA	16	106,9	83,43
Total	23	128,13	100

Tabel 4.12 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap elemen kerja pada *electric assembly process*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *storage*. Terdapat 2 elemen kerja yang digolongkan dalam *inspection*, 3 elemen kerja *transportation* dan 1 elemen kerja digolongkan dalam *delay* dengan masing-masing waktu 7,31 menit dan 3,21 menit dan 2,43 menit. *Operation* memiliki 17 elemen kerja dengan total waktu 115,18 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase

sebesar 14,67 %, NVA sebesar 1,9 % dan NNVA sebesar 83,43 %. Sehingga didapatkan total waktu aktivitas untuk *electric assembly process* adalah 128,13 menit dengan 23 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.13 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Vaccum And Charging*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	0	0	
<i>Transportation</i>	2	2,3	
<i>Delay</i>	0	0	
<i>Operation</i>	12	17,86	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	14	20,16	
VA	2	8,84	43,85
NVA	0	0	0
NNVA	12	11,32	56,15
Total	14	20,16	100

Tabel 4.13 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap aktivitas pada *vaccum and charging process*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *inspection*, *delay* dan *storage*. Terdapat 2 elemen kerja yang digolongkan dalam *transportation* dengan waktu 2,3 menit. *Operation* memiliki 12 elemen kerja dengan total waktu 17,86 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase sebesar 43,85 %, dan NNVA sebesar 56,15 %. Pada *vaccum and charging process* tidak terdapat elemen kerja yang digolongkan dalam NVA. Sehingga didapatkan total waktu elemen kerja untuk *vaccum and charging process* adalah 20,16 menit dengan 14 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.14 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *GEK Testing*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	0	0	
<i>Transportation</i>	1	1,62	
<i>Delay</i>	1	8,52	
<i>Operation</i>	14	85,05	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	16	95,19	
VA	2	72,07	75,71
NVA	1	8,52	8,95
NNVA	13	14,6	15,34
Total	16	95,19	100

Tabel 4.14 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap aktivitas pada *GEK testing*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *inspection* dan *storage*. Terdapat 1 aktivitas yang digolongkan dalam *transportation* dengan waktu 1,62 menit. *Delay* memiliki 1 elemen kerja dengan waktu 8,52 menit. *Operation* memiliki 14 elemen kerja dengan total waktu 85,05 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase sebesar 75,71 %, dan NNVA sebesar 15,34 %. Pada *charging process*

tidak terdapat aktivitas yang digolongkan dalam NVA. Sehingga didapatkan total waktu aktivitas untuk GEK *testing* adalah 95,19 menit dengan 16 elemen kerja dalam prosesnya.

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu VA, NVA Dan NNVA Pada *Finishing And Packing*

Aktivitas	Jumlah	Waktu (Menit)	Persentase (%)
<i>Inspection</i>	0	0	
<i>Transportation</i>	6	6,8	
<i>Delay</i>	0	0	
<i>Operation</i>	12	31,46	
<i>Storage</i>	0	0	
Total	18	38,26	
VA	7	17,4	45,48
NVA	0	0	0
NNVA	11	20,86	54,52
Total	18	38,26	100

Tabel 4.16 menunjukkan total waktu dan presentase dari tiap aktivitas pada *finishing and packing*. Pada tabel diketahui bahwa tidak ada elemen kerja yang digolongkan dalam *inspection*, *delay* dan *storage*. Terdapat 6 elemen kerja yang digolongkan dalam *transportation* dengan waktu 6,8 menit. *Operation* memiliki 12 elemen kerja dengan total waktu 31,46 menit. Sedangkan untuk aktivitas VA memiliki presentase sebesar 45,48%, dan NNVA sebesar 54,52 %. Pada *finishing and packing* tidak terdapat aktivitas yang digolongkan dalam NVA. Sehingga didapatkan total waktu pada *finishing and packing* adalah 38,26 menit dengan 18 elemen kerja dalam prosesnya.

Berikut ini merupakan hasil rekap data dari keseluruhan elemen kerja yang diklasifikasikan kedalam lima jenis aktivitas yaitu *inspection*, *delay*, *process*, *transportation* dan *storage*. Rekap data ditunjukkan pada tabel 4.17 dan tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4.17 Total Elemen Kerja Berdasarkan Pengelompokan

Aktivitas	VA	NVA	NNVA
<i>Inspection</i>	0	0	4
<i>Transportation</i>	0	0	42
<i>Process</i>	37	0	81
<i>Delay</i>	0	3	0
<i>Storage</i>	0	0	0
Total Aktivitas	37	3	127

Dari tabel diatas diketahui bahwa total aktivitas yang tergolong dalam *Value Added Activity* (VA) sebanyak 37 aktivitas dengan jenis penggolongan aktivitas *process*. Pada *Non Value Added Activity* (NVA) diketahui bahwa ada 3 aktivitas dengan jenis penggolongan aktivitasnya yaitu *delay*. Sedangkan untuk *Value Added Activity But Non Value Added* (NNVA) terdapat 127 aktivitas dengan 4 aktivitas tergolong *inspection*, 42 aktivitas *transportation* dan 81 aktivitas dalam *process*.

Tabel 4.18 Total Waktu Pengelompokan Elemen Kerja

Aktivitas	VA	NVA	NNVA
<i>Inspection</i>	0	0	12,29
<i>Transportation</i>	0	0	41,86
<i>Process</i>	328,99	0	97,98
<i>Delay</i>	0	15,68	0
<i>Storage</i>	0	0	0
Total Waktu (menit)	328,99	15,68	152,11

Dari tabel diatas diketahui bahwa total aktivitas yang tergolong dalam *Value Added Activity* (VA) memiliki waktu 328,99 menit dimana aktivitas tersebut tergolong aktivitas *process*. Pada *Non Value Added Activity* (NVA) diketahui waktu 15,68 menit dengan jenis penggolongan aktivitasnya yaitu *delay*. Sedangkan untuk *Value Added Activity But Non Value Added* (NNVA) memiliki waktu total 152,11 menit dengan total waktu pada aktivitas *inspection* sebesar 12,29 menit, 41,86 menit aktivitas *transportation* dan 97,98 menit aktivitas dalam *process*..

4.3.4 Identifikasi Waste

Dari *Current State Map* yang telah dibuat, selanjutnya dapat diketahui aliran material serta aliran proses produksi GEK tipe H. Selain itu, dapat diketahui juga waktu untuk *value added*, *necessary but non value added* dan *non value added activity* dari berbagai aktivitas pada proses produksi. Pada tahapan ini dapat diketahui juga aktivitas-aktivitas apa saja yang menyebabkan terjadinya pemborosan. Analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* adalah analisis yang bersifat secara deskriptif.

1. *Waiting time*

Pada proses produksi GEK tipe H diketahui adanya waktu menunggu yang sering terjadi. Salah satunya yaitu pada *pipe forming process*, pipa yang telah dirakit menunggu untuk di proses pada proses selanjutnya. Hal tersebut terjadi karena lama waktu pengerjaan pada *pipe forming process* lebih cepat daripada pada *assembly process* sehingga banyak pipa rakitan yang menunggu. Waktu menunggu lainnya juga ditemukan saat unit sedang menunggu *set up* alat seperti pada *vacuum* dan *capacity process*. Dengan adanya *waiting time* menyebabkan permasalahan tersendiri selama proses produksi. Selain itu, dari hasil identifikasi pada bab sebelumnya diketahui bahwa adanya *delay* yang memiliki nilai sebesar 15,68 menit.

2. *Unnecessary motion*

Dalam proses produksi GEK tipe H, *waste unnecessary motion* sering ditemui selama proses produksi yaitu dimana aktivitas yang kurang perlu tetapi dilakukan oleh

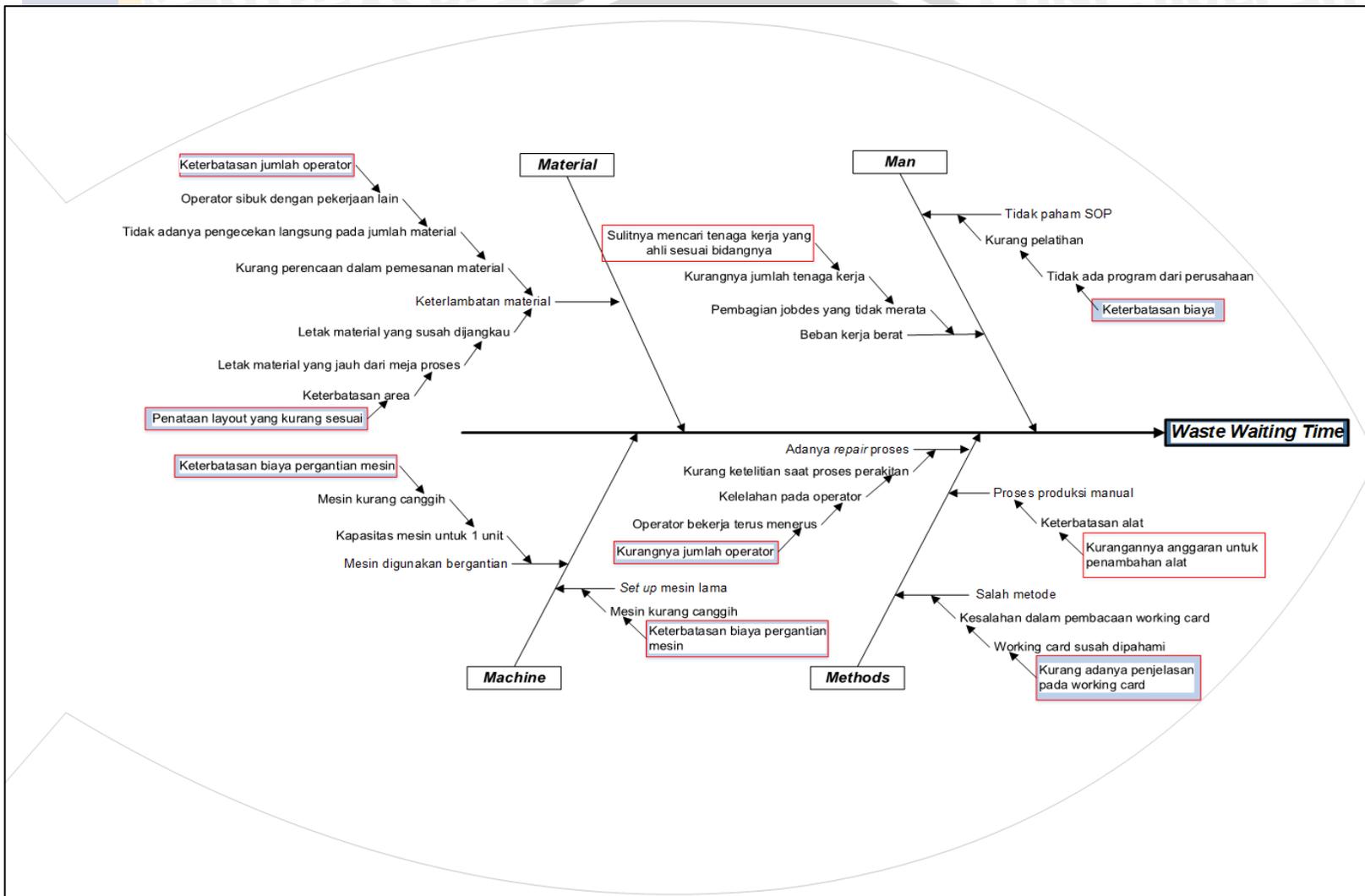
operator dan aktivitas tersebut tidak memberikan nilai tambah. Contoh *unnecessary motion* yang sering dilakukan yaitu aktivitas operator yang berulang kali mengambil alat bantu seperti gerinda. Pada keadaan nyatanya gerinda diletakkan pada rak komponen yang terletak terpisah dengan meja proses dan jumlah dari gerinda hanya ada 2 unit sehingga setelah menggunakannya operator harus segera mengembalikan. Pada bab sebelumnya diketahui bahwa adanya aktivitas NNVA pada proses sebanyak 97,98 menit. Adanya gerakan yang tidak perlu tersebut mengakibatkan bertambahnya waktu yang dibutuhkan selama proses produksi tanpa disadari oleh operator.

3. *Transportation*

Dari hasil *breakdown* aktivitas dapat dilihat bahwa *transportation* sering dilakukan hampir disemua proses dan memakan waktu yang tidak sedikit pula. Proses perpindahan yang dilakukan menggunakan *trolley* dan *mini range* karena jarak perpindahannya relatif dekat dengan jumlah unit yang tidak banyak. Dengan adanya *waste transportation* menyebabkan terlalu banyaknya proses pergerakan yang dilakukan oleh operator. Hal tersebut berkontribusi menyebabkan lamanya waktu proses sehingga perlu adanya upaya dalam meminimalisasi *waste transportation* yang terjadi. Dari hasil identifikasi diketahui bahwa adanya aktivitas NNVA yang tergolong dalam *transportation*. Besarnya nilai *transportation* yang teridentifikasi sebesar 97,98 menit

4.3.5 *Fishbone Diagram*

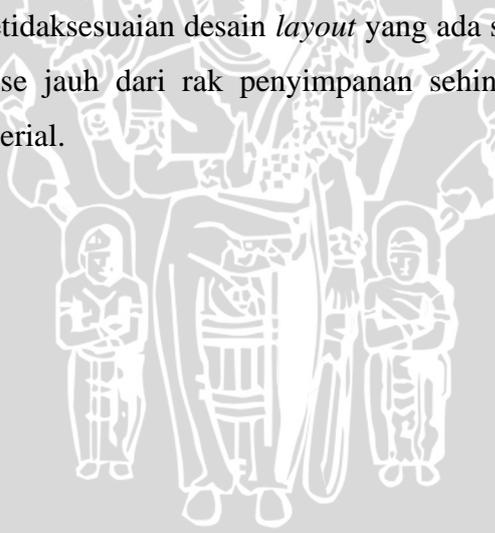
Analisi penyebab *waste* pada proses produksi GEK tipe H dengan menggunakan *fishbone diagram* dapat dilihat pada gambar 4.12 sampai 4.14. Faktor-faktor timbulnya *waste* diperoleh dari observasi langsung pada area produksi serta hasil diskusi dengan *leader GEK line*.

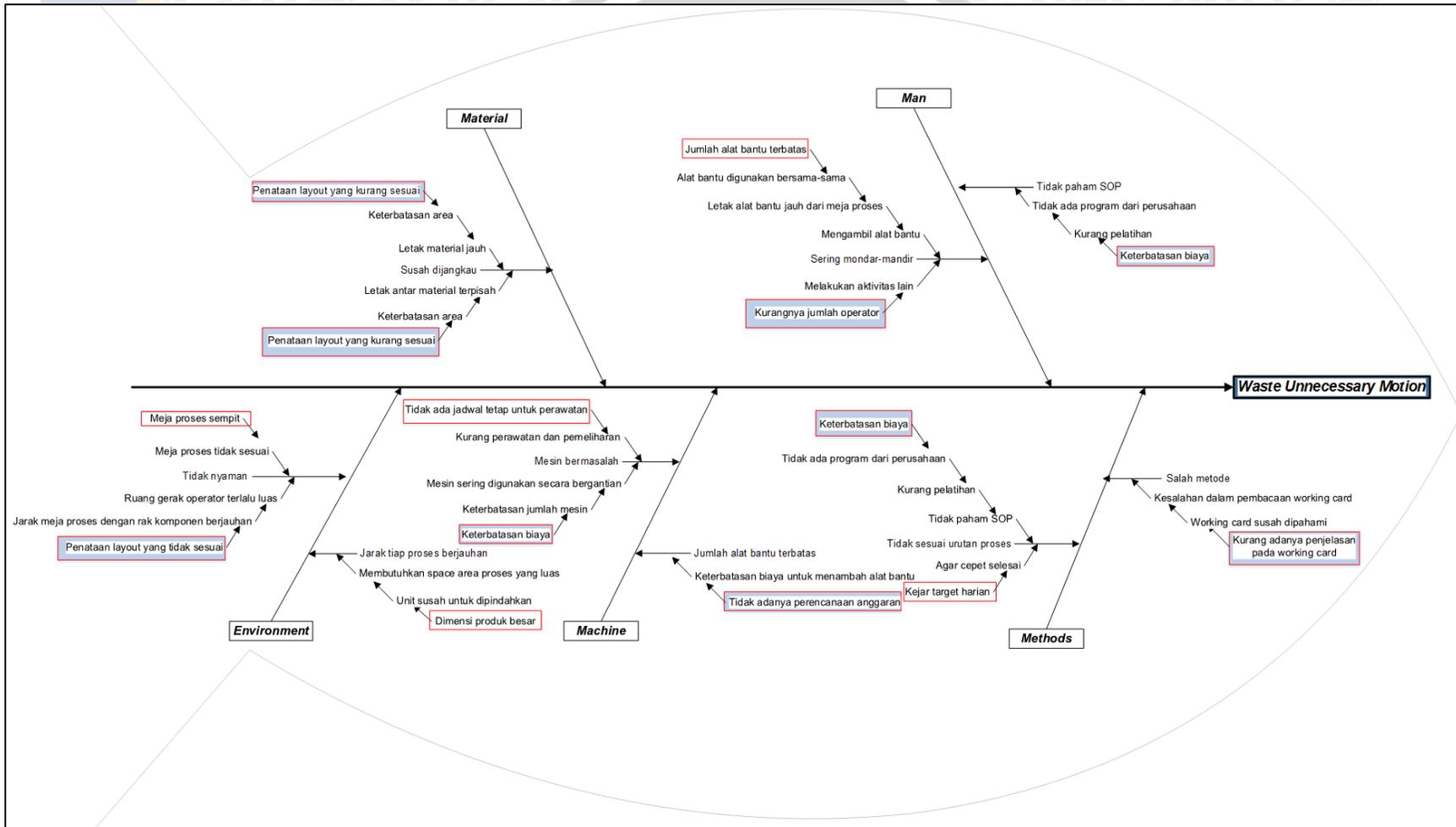


Gambar 4.12 Fishbone Diagram Waste Waiting time

Gambar 4.12 merupakan diagram tulang ikan tentang *waste waiting* pada proses produksi GEK tipe H. Pada diagram tulang ikan dapat diketahui faktor dominan dari penyebab terjadinya *waiting time* yaitu kurangnya jumlah tenaga kerja pada beberapa proses sehingga beban kerja yang dialami oleh tiap operator tidak merata. Kesulitan untuk mencari tenaga kerja yang ahli pada bidang tertentu juga menjadi penyebab *waiting time*. Selain faktor dari tenaga kerja, faktor lain yang menyebabkan *waiting time* yaitu keterbatasan biaya yang dialami oleh perusahaan. Biaya tersebut mencakup biaya pengadaan mesin baru maupun biaya pengadaan pelaksanaan program pelatihan. Kekurangan biaya yang dialami oleh perusahaan salah satunya disebabkan oleh kurang adanya penentuan anggaran jangka panjang secara sistematis yang dibuat maupun yang diusulkan oleh pihak manajemen produksi.

Pada gambar 4.12 faktor penyebab *waiting time* lainnya yaitu kesalahan metode kerja yang disebabkan oleh ketidaksesuaian pada *working card*. *Working card* yang ada saat ini masih susah dipahami oleh operator saat pembacaannya karena *working card* tidak dilengkapi oleh penjelasan secara terperinci tentang alur dari tiap proses. Selain *working card* faktor penyebab lainnya yaitu ketidaksesuaian desain *layout* yang ada saat ini. Pada desain *layout* saat ini, jarak meja proses jauh dari rak penyimpanan sehingga operator harus menunggu saat pengambilan material.

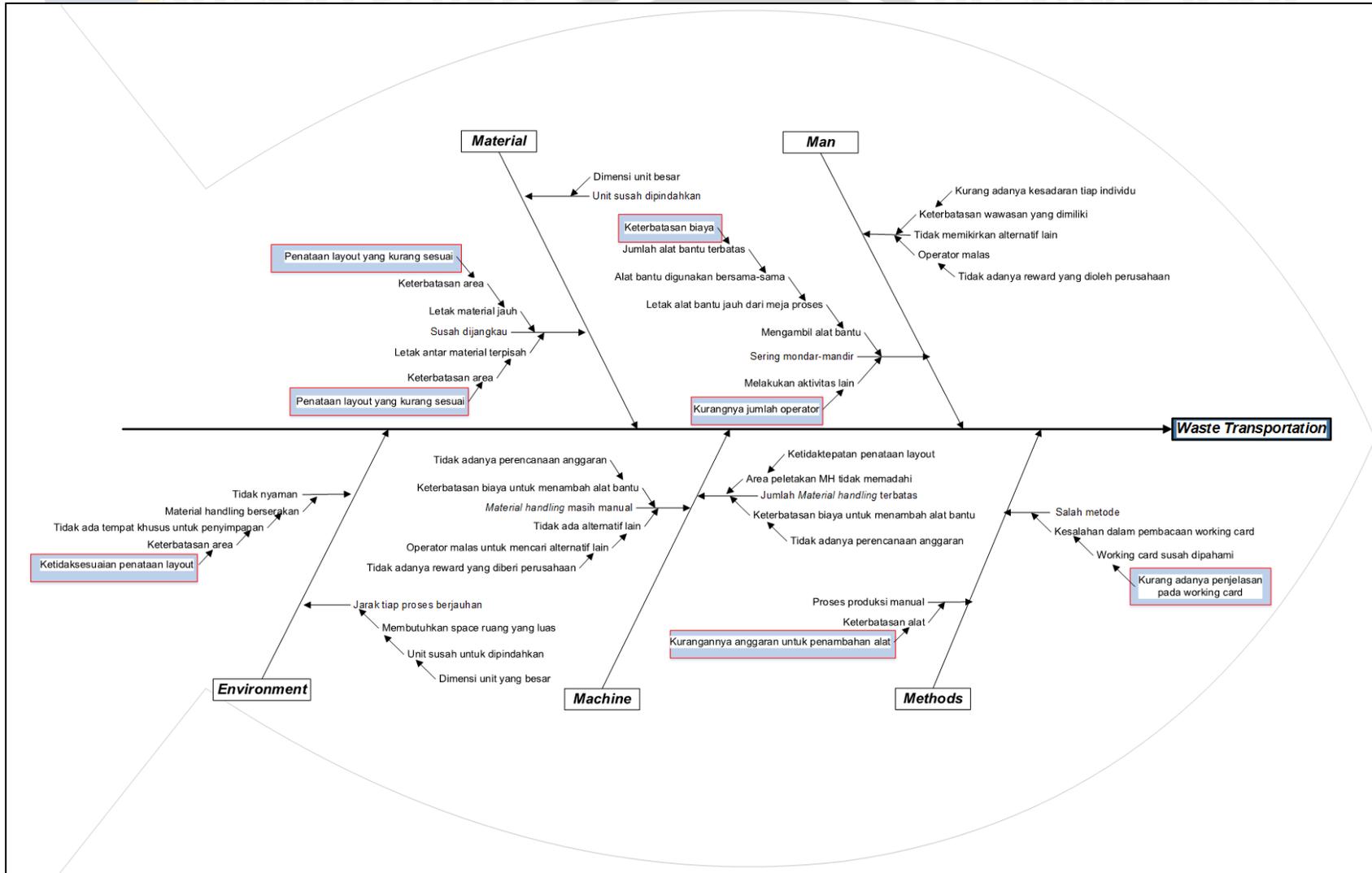




Gambar 4.13 Fishbone Diagram Waste Unnecessary motion

Pada gambar 4.13 dapat diketahui bahwa terjadinya *waste unnecessary motion* memiliki 5 kelompok penyebab yaitu *man* (operator), *material* (bahan baku), *methods* (cara kerja), *machine* (mesin) dan *environment* (tempat kerja). Faktor penyebab yang sering terjadi yaitu kurangnya jumlah tenaga, keterbatasan biaya dan desain *layout* yang tidak sesuai. Kurangnya jumlah tenaga kerja menyebabkan operator berkerja lebih banyak sehingga intensitas operator melakukan *unnecessary motion* lebih sering. Operator harus mengerjakan pekerjaan wajibnya dan juga melakukan aktivitas lain agar dapat memenuhi pencapaian target harian. Selain itu adanya faktor keterbatasan biaya yang dialami oleh perusahaan menyebabkan pengadaan alat yang lebih canggih sulit dicapai. Salah satu alasan terjadinya hal tersebut karena kurang adanya anggaran yang dibuat dan direncanakan oleh perusahaan. Sama halnya dengan *waste waiting time*, pada *waste unnecessary motion* kesalahan penataan pada desain *layout* juga menjadi penyebab terjadinya *waste* ini.





Gambar 4.14 Fishbone Diagram Waste Transportation

Sedangkan pada gambar 4.14 dapat dilihat bahwa penyebab terjadinya *waste transportation* juga disebabkan oleh 5 kelompok penyebab. Faktor penyebab dominan yang terjadi yaitu kurangnya tenaga kerja, desain *layout* yang tidak sesuai, kurangnya biaya pengadaan dan tidak adanya alternatif lain untuk mengatasi masalah *waste transportation*. *Waste transportation* dikategorikan sering terjadi pada proses produksi GEK tipe H, hal ini dikarenakan jarak antar proses yang cukup berjauhan dengan dimensi produk besar sehingga memungkinkan adanya proses perpindahan produk. Saat proses perpindahan produk membutuhkan material handling untuk perpindahannya. Masih belum ada alternatif lain untuk mengatasi dan meminimalisasi proses perpindahan menggunakan *material handling* tersebut. Hal ini dikarenakan kurangnya kesadaran dari tiap individu dan operator malas untuk berinovasi mencari alternatif lain. Penyebabnya yaitu kurang adanya dukungan dari perusahaan berupa *reward* bagi pekerja yang mau berinovasi dalam menyelesaikan permasalahan yang sedang dialami oleh perusahaan. Sedangkan untuk faktor penyebab lainnya hampir sama dengan *waste waiting time* dan *waste unnecessary motion*.

4.4 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan digunakan untuk memberikan alternatif lain dalam usaha memperbaiki hal-hal yang diteliti berkaitan dengan *waste* produksi pada proses produksi GEK tipe H. Berdasarkan identifikasi *waste* pada CSM yang telah dilakukan, didapatkan *waste* produksi yang terjadi selama proses pembuatan GEK tipe H adalah *waiting time*, *waste unnecessary motion* dan *waste transportation*. Setelah diketahui faktor penyebab terjadinya *waste* tersebut selanjutnya analisa perbaikan digunakan untuk meminimalisasi *waste*. Rekomendasi perbaikan merupakan hasil diskusi yang telah dilakukan dengan pihak *sub departemen head GEK line* dengan memperhatikan beberapa pertimbangan yang ada. Beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste* yang ada adalah sebagai berikut:

1. Dari segi operator perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi *waste* yaitu dengan menambah jumlah operator yang dibutuhkan sehingga beban kerja yang diterima oleh operator satu dengan lainnya dapat merata. Penambahan jumlah operator dilakukan pada proses *electric assembly* karena pada proses tersebut sering terjadi *waste* terutama *waste waiting time*. Penyebab utamanya yaitu ketidakseimbangan antara lamanya waktu produksi pada *electric assembly* dengan jumlah operator yang hanya dilakukan oleh 2 operator saja. Penentuan banyaknya jumlah operator dalam tiap proses dapat dihitung dengan rumus umum berikut ini:

$$N = \frac{T}{60} \cdot \frac{P}{D \cdot E}$$

Keterangan:

N = jumlah tenaga kerja

P = jumlah produk per tahun

T = waktu *standart* pengerjaan produk

D.E = periode waktu kerja efektif

Berdasarkan rumus diatas, dibutuhkan adanya jumlah produk pertahun pada proses *electric assembly*. Tabel 4.19 menunjukkan permintaan jumlah produk GEK tipe H selama 1 tahun mulai dari September 2015-Agustus 2016.

Tabel 4.19 Jumlah Permintaan Produk GEK tipe H

Bulan	Jumlah (unit)	Bulan	Jumlah (unit)
September 2015	100	Maret 2016	105
Oktober 2015	110	April 2016	140
November 2015	110	Mei 2016	130
Desember 2015	100	Juni 2016	142
Januari 2016	85	Juli 2016	150
Februari 2016	90	Agustus 2016	150
Total		1412	

Setelah diketahui jumlah permintaan produk per tahunnya maka total waktu standar dari proses *electric assembly* sebesar 195,39 menit dapat dilihat pada **lampiran 5**. Dari rumus diatas D merupakan jam operasi kerja yang tersedia. Pada GEK *line* jam operasi kerja yang diterapkan yaitu satu *shift* kerja dengan 8 jam/hari tetapi berdasarkan hasil wawancara dengan *sub-head departemen* GEK jam kerja efektifnya hanya 400 menit/hari. Dalam satu *shift* kerja terdapat 6 hari kerja dimana 400 menit jam kerja pada hari senin sampai jumat dan 300 menit jam kerja pada hari sabtu. Total jam operasi kerja efektif pada GEK *line* yaitu 2300 menit atau 38,3 jam kerja per minggu. Sehingga jam operasi kerja GEK *line* selama satu tahun yaitu 1.840 jam. Pada rumus E merupakan faktor efisiensi kerja mesin atau manusia dalam melakukan *set up, break down, repair* atau hal lain yang menyebabkan *idle*. Oleh sebab itu, nilai E diasumsikan bernilai 1 karena waktu pengerjaan yang digunakan (T) merupakan waktu standar yang telah diperkirakan adanya *allowance*. Selanjutnya dapat diketahui berapa banyak jumlah operator yang dibutuhkan berikut ini:

$$N = \frac{195,39}{60} \cdot \frac{1412}{1840 \cdot 1}$$

$$= 2,58 \approx 3 \text{ orang}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan hasil bahwa banyaknya operator yang dibutuhkan pada *electric assembly* sebanyak 3 orang sedangkan pada keadaan nyatanya hanya terdapat 2 orang operator yang bekerja. Hal tersebut menyebabkan terjadinya *waste* pada saat proses produksi GEK tipe H. Penambahan jumlah operator tidak menjadi kendala bagi perusahaan karena sistem perekrutan yang dilakukan yaitu *outsourcing* sehingga operator dapat dipindah ahlikan ke *line* lainnya saat *line* tersebut sedang membutuhkan tambahan tenaga kerja. Sistem penambahan jumlah operator diharapkan adanya penelitian lebih lanjut dengan metode yang juga memperitungs besarnya beban kerja operator.

2. Rekomendasi perbaikan dari segi metode yaitu dengan memperbaiki *working card* agar mudah dimengerti oleh operator. *Working card* sebaiknya diberikan penjelasan tentang urutan kerja secara detail sehingga tidak hanya gambar saja yang ditampilkan. Tujuan dari pemberian penjelasan yaitu agar tidak terjadi kesulitan dan kesalahan dalam pembacaan pengerjaan langkah kerja. Kesalahan yang terjadi dapat mengakibatkan bertambahnya waktu proses dalam proses produksi GEK tipe H. Perbaikan *working card* yang dibuat harus tetap berpedoman pada SOP yang ada. Desain gambar *working card* yang ada dapat dilihat pada **Lampiran 6**.
3. Perbaikan dari segi lingkungan kerja atau desain *layout* dapat dilakukan dengan memperbaiki desain *layout* yang ada dimana luas area produksi pada GEK *line* cenderung sempit memanjang sehingga *layout* yang ada saat ini kurang sesuai untuk diterapkan. Selain itu tata letak dari rak alat bantu dan rak penyimpanan yang sering digunakan membuat *waste* sering terjadi karena jarak antar rak dengan meja proses relative jauh. Tujuan dari analisis perbaikan *layout* adalah untuk meminimasi proses transportasi dan pergerakan dari operator maupun material. Berikut ini merupakan pengaturan *layout* maupun tata letak fasilitas pada produksi GEK *line*:
 - a. Tipe tata letak fasilitas pada GEK *line* yaitu tipe tata letak berdasarkan aliran produksi (*production line product* atau *product layout*). Hal ini telah sesuai diterapkan pada *line* tersebut karena tata letak tipe aliran produksi ini segala fasilitas-fasilitas untuk proses manufaktur atau juga peraitan akan dilakukan berdasarkan garis aliran dari proses produksi tersebut. Dengan *layout* ini suatu produk dapat dikerjakan sampai selesai didalam depatemen tersebut tanpa perlu diperlu dipindahkan ke departemen lain.
 - b. Pola aliran bahan yang diterapkan adalah *u-shaped* dimana akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal

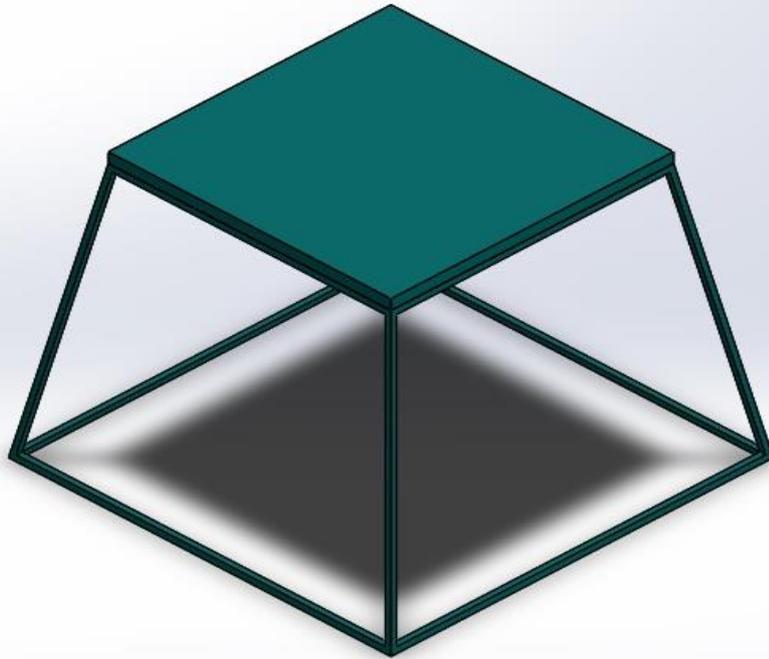
tersebut diterapkan pada GEK *line* dan menimbulkan permasalahan dimana aplikasi garis aliran bahan relatif panjang sedangkan luasan area yang tersedia terbatas. Oleh karena itu pola aliran bahan yang bisa dijadikan alternatif pertimbangan untuk diterapkan adalah *serpentine* atau *zig-zag* (*S-Shaped*) dimana pola aliran ini digunakan untuk proses produksi yang memiliki aliran proses lebih panjang dibandingkan dengan luasan area yang tersedia.

- c. Pola aliran bahan untuk proses perakitan (*assembly*) yang diterapkan saat ini kurang sesuai karena pola aliran yang digunakan adalah *combination assembly line pattern*. Pada pola aliran *combination assembly line pattern*, *main assembly line* akan disuplai dari sejumlah *sub-assembly line* atau *part line*. *Sub assembly line* ini berada pada sisi yang sama. Pola ini kurang sesuai karena akan memerlukan lintasan yang panjang. Oleh karena itu, pola yang tepat diterapkan adalah *tree assembly line pattern* karena pada pola ini *sub assembly line* akan berada dua sisi dari *main assembly line*. Hal tersebut sangat bermanfaat karena dapat memperkecil lintasan dari *main assembly line*.
- d. Pola pengaturan mesin atau fasilitas produksi yang diterapkan telah sesuai yaitu pengaturan menurut garis lurus (*straight line arrangement*) dimana sumbu dari mesin akan sejajar dengan sumbu dari jalan lintasannya atau mesin akan diatur sejajar dengan jalan lintasan tersebut. Pengaturan ini sesuai dengan luasan area produksi GEK *line* yang panjang dan sempit.

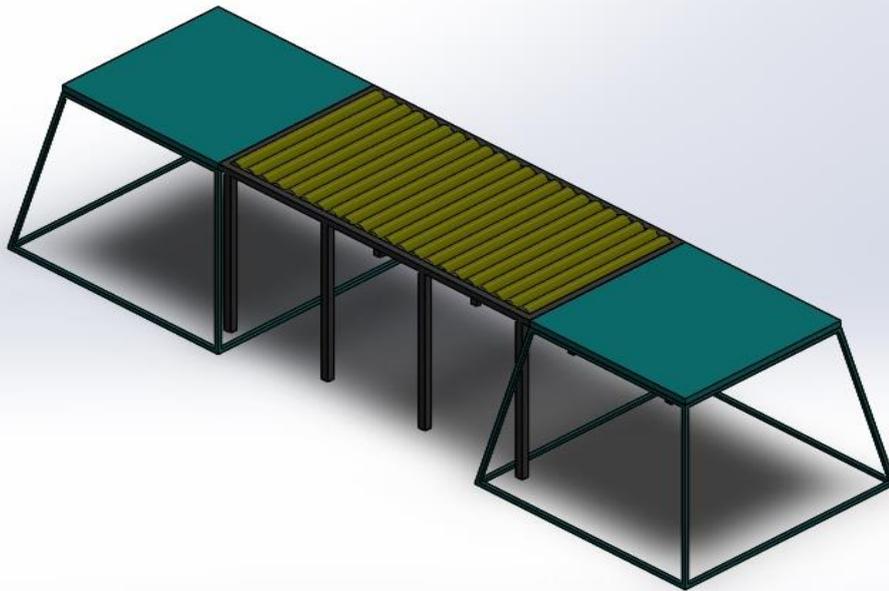
Pertimbangan pemilihan desain *layout* diatas perlu adanya studi lebih lanjut serta analisa dari segi tata letak fasilitas yang mempertimbangkan luasan area, jarak, biaya, fasilitas pendukung dan lain-lain.

4. Solusi perbaikan yang mungkin dapat dijadikan alternatif lain untuk meminimasi terjadinya *waste* pada proses produksi GEK tipe H yaitu adanya inovasi baru dari desain fasilitasnya seperti pada meja proses produksi. Meja diletakkan pada proses yang mengalami *waiting time*. Pada CSM diketahui bahwa *waiting time* terjadi pada proses *pipe forming process* menuju *assembly process*, dari *electric assembly* menuju *vacumm process* dan dari *functional test* menuju *capacity test*. Alternatif yang mungkin dapat dibuat seperti pembuatan meja proses baru dimana meja tersebut dihubungkan langsung dengan meja proses selanjutnya. Media penghubungnya berfungsi selayaknya *material handling*. Dalam proses *pipe forming process* menuju *assembly process*, meja dapat berfungsi sebagai tempat terjadinya perakitan unit dan

sekaligus sebagai media penghubung maupun sebagai tempat peletakan unit. Hal tersebut dikarenakan sering terjadinya penumpukan unit sehingga diharapkan dapat mengurangi proses *waiting time* sekaligus *waste transportation*. Desain meja proses yang lama dan baru ditunjukkan pada gambar 4.14 sampai 4.16 .

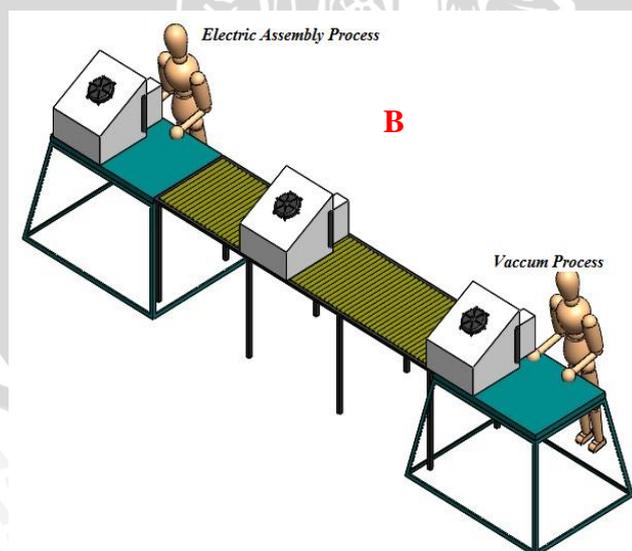
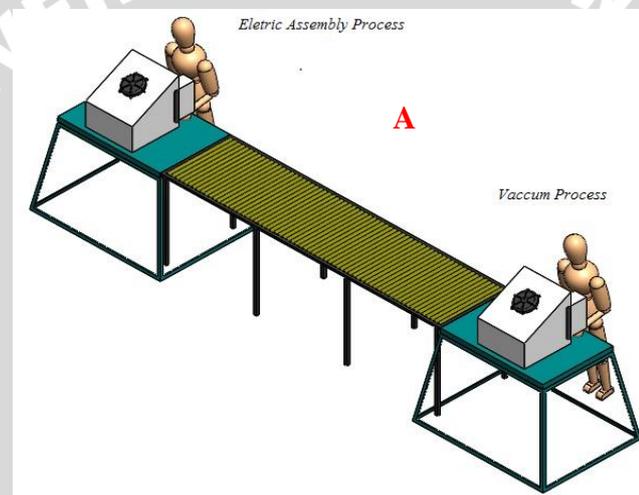


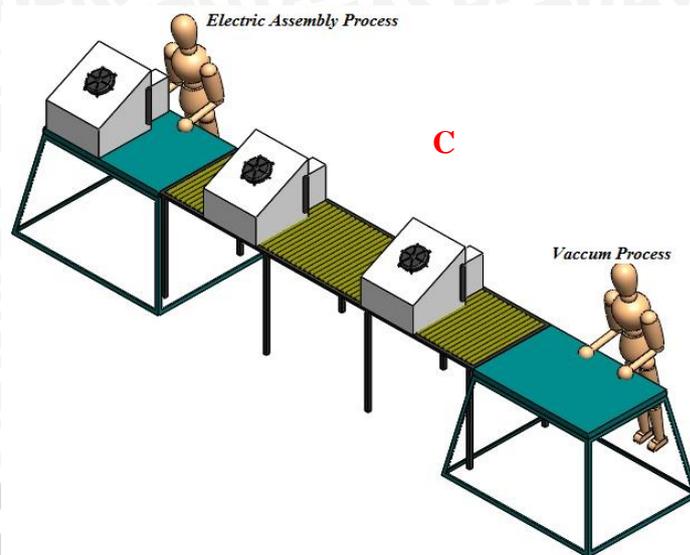
Gambar 4.15 Desain Awal Meja Proses Produksi GEK Line



Gambar 4.16 Desain Baru Meja Proses GEK Line

Desain meja baru dibuat dengan memanfaatkan meja proses awal dengan *roller* sebagai penghubungnya. Penggunaan meja lama dikarenakan kondisi meja masih layak untuk digunakan serta bertujuan untuk meminimalisasi biaya pembuatan meja desain baru. Pemilihan jenis *roller* karena disesuaikan dengan dimensi dan beban unit yang akan ditransportasikan dimana dimensi unit yang relatif besar. Jarak antar *roller* dibuat sedekat mungkin agar mampu menahan beban unit saat proses produksi terjadi. Panjang lintasan *roller* disesuaikan dengan jarak antar proses yang berangkutan. Pada *electric assembly* dengan *vaccum process* panjang *roller* yaitu 3 m dan hal tersebut sesuai dengan jarak antara kedua proses. Cara kerja *roller* ini manual dimana *roller* bergerak saat operator mendorong unit untuk menuju proses selanjutnya. Gambar 4.16 merupakan contoh aliran proses dari desain meja baru pada proses *electric assembly* menuju *vaccum process*.



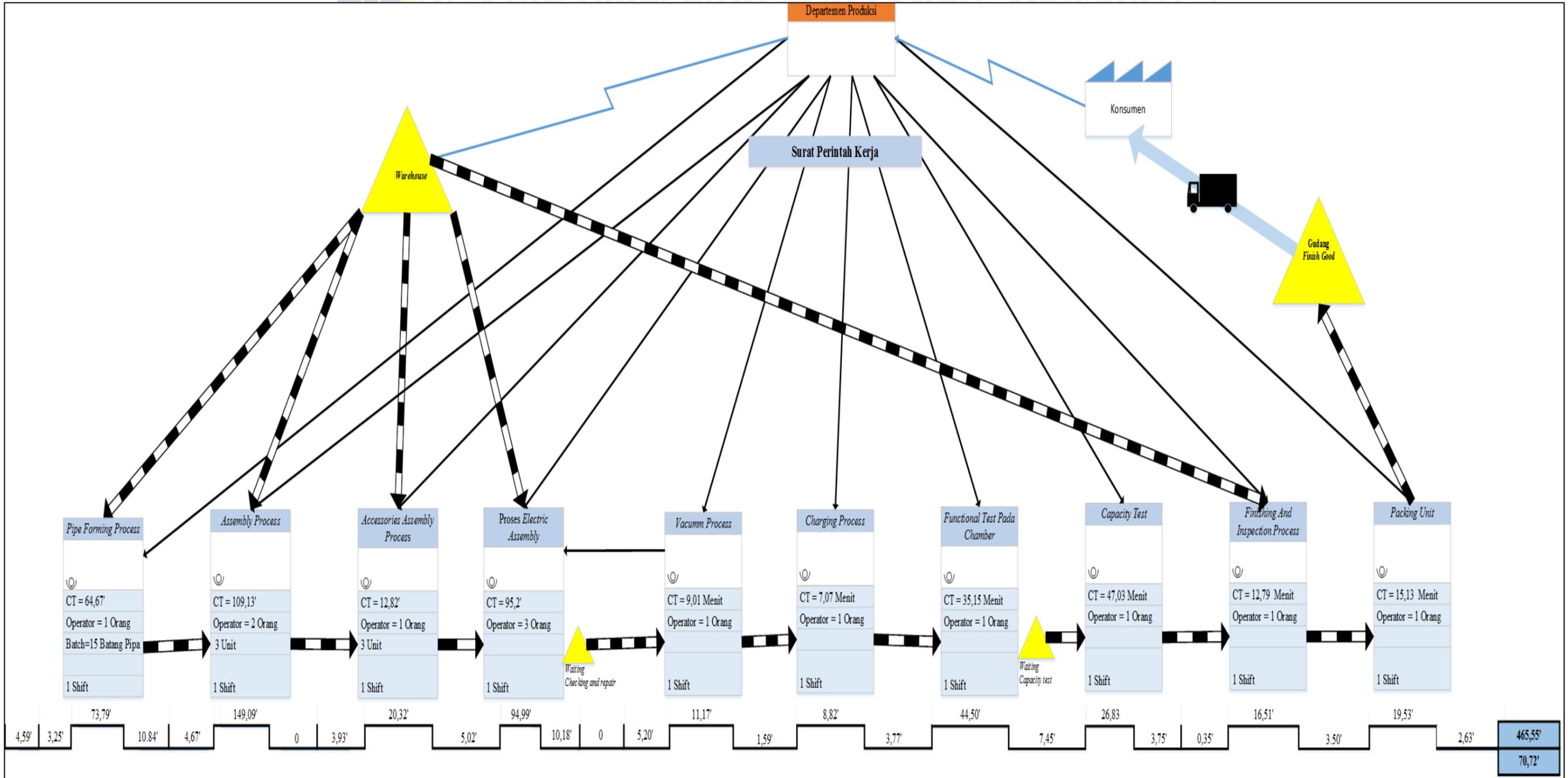


Gambar 4.17 Cara Kerja Desain Meja Baru Pada Proses Produksi GEK Tipe H

Pada gambar A terlihat bahwa proses produksi unit GEK tipe H dilakukan pada meja proses dengan arah aliran dari *pipe forming process* menuju *assembly process*. Setelah unit selesai dibentuk pada *pipe forming process* selanjutnya unit GEK tipe H dialirkan menuju *assembly process* melalui *roller*. Pada saat unit pada *assembly process* belum selesai diproses seperti pada gambar B, maka GEK tipe H tetap *waiting* pada *roller* sampai operator mengambilnya untuk diproses pada *assembly process*. Sedangkan pada gambar C terlihat bahwa operator telah menyelesaikan proses di *assembly process* dan akan segera mengambil produk *waiting* yang ada di atas *roller*. Besarnya perubahan yang terhadap waktu perpindahan material dapat dilihat pada gambar 4.18 tentang *future state map*.

4.5 Future State Mapping (FSM)

Future State Mapping (FSM) merupakan gambaran tentang rantai produksi setelah usulan rekomendasi perbaikan seperti pada gambar 4.18. Waktu pada *Future State Mapping* didapatkan dari waktu pada CSM yang telah dikurangi dengan waktu dari aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam pemborosan.



Gambar 4.18 Future State Map Proses Produksi GEK Tipe H

Pada *future state map* alur proses produksi sama dengan pada *current state map* tetapi ada beberapa proses yang hilang maupun waktu standar prosesnya berkurang. Hilang atau berkurangnya waktu proses tersebut dikarenakan hasil proses perbaikan dari hasil identifikasi yang telah dilakukan. Perbedaan waktu proses terjadi sangat signifikan. Pada CSM diketahui bahwa total waktu standar proses produksi GEK tipe H yaitu 694,55 menit dengan waktu *value added* (VA) sebesar 600,43 menit, waktu *non value added* (NVA) sebesar 15,68 menit dan *necessary but non value added* (NNVA) sebesar 78,44 menit. Sedangkan pada FSM didapatkan total waktu standar proses produksi GEK tipe H yaitu 536,27 menit dengan waktu *value added* (VA) sebesar 465,55 menit, tidak ada waktu *non value added* (NVA) dan *necessary but non value added* (NNVA) sebesar 70,72 menit. Jumlah perubahan waktu standar pada proses produksi GEK tipe H yaitu 158,28 menit dengan VA yaitu 134,88 menit dan NVA maupun NNVA sebesar 23,40 menit. Pada tabel 4.20 menunjukkan rekap data perubahan waktu standar pada proses produksi GEK tipe H.

Tabel 2.20 perbandingan waktu pada CSM dan FSM

Jenis Aktivitas	CSM	FSM	Selisih Total Waktu (Menit)
VA	600,43	465,55	134,88
NVA	15,68	0	0
NNVA	78,44	70,72	23,40
Total Waktu (Menit)	694,55	536,27	158,28

4.6 Analisis Dan Pembahasan

Analisa dan pembahasan didapatkan dari hasil analisa terhadap *current state map* dan *future state map*. Beberapa perubahan yang terjadi berfungsi untuk meminimasi *waste waiting*, *unnecessary motion* dan *transportation*. Perubahan yang terjadi ditandai dengan berkurangnya waktu proses produksi GEK tipe H yang mencakup *value added activity*, *necessary but non value added* maupun *non value added activity*. Berikut ini merupakan ringkasan tabel yang berisikan jumlah perhitungan dan waktu dari aktivitas beserta persentase dari VA, NVA, NNVA. Ringkasan tabel tersebut dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4.21 Tabel Perbandingan Perhitungan VA,NVA,NNVA Dari Proses Produksi GEK Tipe H

CSM	Elemen kerja	Waktu (Menit)	Prosentase (%)
VA	37	600,43	86,45
NVA	3	15,68	2,26
NNVA	127	78,44	11,29
TOTAL	167	694,55	100
FSM	Elemen kerja	Waktu (Menit)	Prosentase (%)
VA	35	465,55	86,81
NVA	0	0	0
NNVA	108	70,72	12,25
TOTAL	143	536,27	100

Berdasarkan tabel 4.21 dapat dilihat bahwa total waktu dari tiap jenis elemen kerja, selain itu juga tercantum jumlah persentase dari tiap elemen kerja. Adanya pengurangan jumlah dari elemen kerja yaitu sebesar 24 elemen kerja dengan 2 elemen kerja VA, 3 elemen kerja NVA dan 19 elemen kerja NNVA. Adanya pengurangan elemen kerja dikarenakan beberapa faktor penyebab dari *waste* dapat diminimasi seperti ketidaksesuaian desain layout lantai produksi, penerapan desain meja proses yang baru, kurang sesuai desain working card sehingga menyulitkan dalam pemahaman metode kerja, kurangnya jumlah operator pada beberapa proses produksi serta kurangnya biaya anggaran perusahaan terhadap fasilitas mesin. Pada tabel 4.22 merupakan data perbandingan waktu proses dari perbaikan desain layout dan penerapan desain meja baru.

Tabel 4.22 Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Desain Layout

Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Waktu Standar (Menit)
Mengambil Gerinda Ke Rak Komponen	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Gerinda	1,22	1,56
	Kembali Ke Meja Proses	1,04	1,33
Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Gerinda	0,53	0,68
	Kembali Ke Meja Proses	0,69	0,88
Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengambil Alat Bor	0,72	0,92
	Kembali Ke Meja Proses	0,68	0,87
Mengembalikan Alat Bor	Menuju Rak Peralatan Untuk Mengembalikan Alat Bor	1,04	1,33
	Kembali Ke Meja Proses	0,68	0,87
Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	Menuju Rak Peralatan	0,92	1,18
	Mengambil Gerinda	1,15	1,47
Mengembalikan Gerinda	Menuju Rak Peralatan	0,73	0,94
	Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	1,11	1,42
Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	Menuju Rak Peralatan	0,51	0,65
	Kembali Ke Meja Proses	0,56	0,72
Mengembalikan Gerinda	Menuju Rak Peralatan	1,03	1,32
	Menuju Meja Proses <i>Tube Assembly</i>	0,82	1,14

Tabel 4.22 Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Desain Layout (lanjutan)

Aktivitas	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Menit)	Waktu Standar (Menit)
Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	Mentransfer Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	0,31	0,44
Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Process</i>	Mengangkat Unit Menuju <i>Trolley</i>	1,97	3,34
	Mentransfer Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Vacuum Process</i>	0,45	0,76
	Mengangkat Unit Dari <i>Trolley</i> Menuju Meja	1,28	2,17
<i>Prepare</i> Alat <i>Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	Menuju Rak Penyimpanan Material	0,41	0,53
	Membawa Material Menuju Area <i>Packing</i>	0,46	0,71
<i>Prepare</i> Komponen <i>Packing</i> (Karton, <i>Plastic</i> Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	Menuju Rak Penyimpanan Material	2,93	4,52
	Membawa Material Menuju Area <i>Packing</i>	1,52	1,9
Total			31,37

Pada tabel diatas diketahui bahwa dengan perbaikan dari desain *layout* dan penerapan meja proses yang baru dapat mengurangi waktu proses sebesar 31,37 menit. Rata-rata waktu yang hilang yaitu waktu untuk perpindahan operator dalam mengambil alat bantu gerinda, bor dan *prepare* material. Selain itu adanya desain meja proses yang baru dapat meminimasi waktu yaitu pada proses transfer unit dimana unit yang awal mulanya menggunakan *trolley* dalam proses perpindahannya. Pada tabel 4.23 merupakan data perbandingan waktu proses dari perbaikan desain *working card*.

Tabel 4.23 Minimasi Elemen Kerja Dari Perbaikan Working Card

Proses	Aktivitas	Sebelum		Setelah	
		Waktu Siklus	Waktu Standar	Waktu Siklus	Waktu Standar
<i>Tube Preparation</i>	Mal Pipa	7,24	9,27	6,98	8,94
	<i>Bending</i> Pipa	6,61	8,47	5,52	7,07
	Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	9,26	11,86	8,59	11
<i>Tube Assembly</i>	Pasang Pipa Dengan Koil	8,95	12,66	8,44	11,93
	Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	10,97	15,52	10,62	15,02
	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	3,04	4,30	2,47	3,49
	Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	7,74	10,95	7,01	9,92
	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	2,87	4,06	2,46	3,48
	Menghubungkan Kondensor Dengan Pipa	5,1	7,21	4,79	6,77
	Pasang Kompresor	9,93	14,05	9,36	13,23
Total (menit)		71,71	98,35	66,24	90,85

Pada tabel diatas diketahui bahwa adanya perubahan waktu proses yaitu 7,50 menit jika dilakukan proses perbaikan dari segi desain *working card* yang ada dimana desain *working card* yang ada saat ini sulit untuk dibaca oleh operator sebab tidak adanya

penjelasan tentang langkah kerja dari tiap proses. Hal tersebut membuat operator membutuhkan waktu yang lama dalam pembacaan *working card*. Waktu sesudah dilakukannya perbaikan desain *working card* didapatkan dari hasil diskusi dengan shift head departemen GEK tentang waktu standar rata-rata operator memahami *working card* jika *working card* telah dilengkapi dengan penjelasan instruksi kerja. Tabel 4.24 merupakan tabel rekap data minimasi waktu proses produksi jika dilakukan penambahan jumlah operator pada proses yang membutuhkan penambahan.

Tabel 4.24 Minimasi Waktu Proses Produksi Dari Penambahan Jumlah Operator

Proses	Aktivitas	Sebelum		Setelah	
		Waktu Siklus	Waktu Standar	Waktu Siklus	Waktu Standar
Electric Assembly	Merakit Fan Pada Casing	4,94	8,37	4,48	7,59
	Pasang Fan Pada Casing Atas	3,68	6,24	3,31	5,61
	Electric Evaporator	35,08	59,44	17,54	29,54
	Electric Kondensor	42,17	71,45	21,09	35,73
	Visual Checking Dan Repair Process	17,95	20,37	6,01	10,18
Total (menit)		103,82	165,87	52,43	88,65

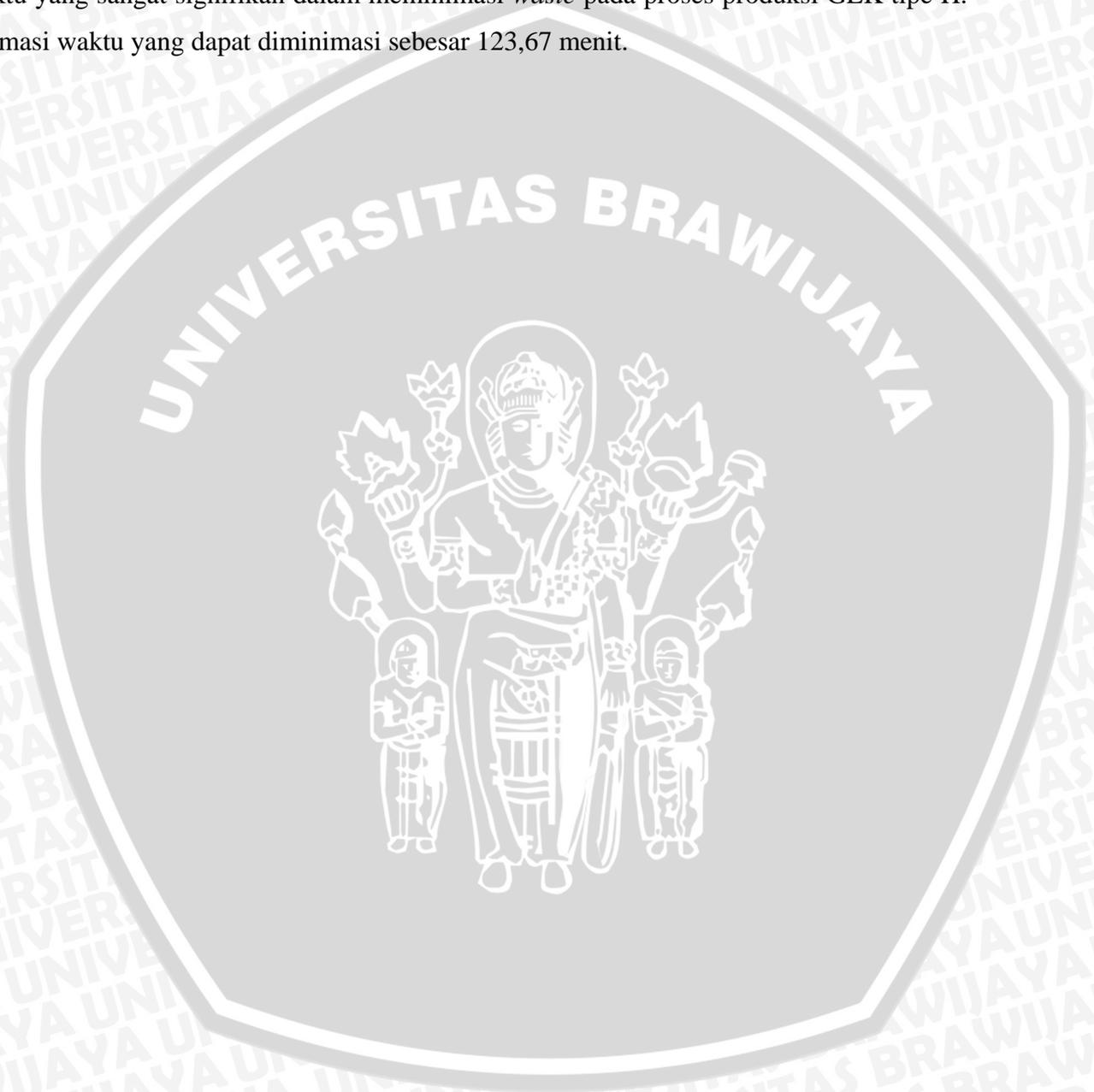
Dari tabel diatas diketahui bahwa adanya perubahan waktu proses sebesar 77,22 menit jika dilakukan perbaikan dengan penambahan jumlah operator pada proses produksi *electric assembly* karena pada proses tersebut sering terjadinya *waste waiting time*. Penyebab utama dari permasalahan diatas yaitu karena kurangnya jumlah operator yang tidak sesuai dengan beban kerja tiap operator. Waktu sesudah perbaikan diperoleh dari waktu siklus hasil *cycle time* dibagi dengan banyaknya jumlah operator sehingga didapatkan hasil waktu rata-rata seperti pada tabel 4.25. sedangkan pada tabel 4.26 merupakan data minimasi waktu proses produksi jika dilakukan perbaikan dari anggaran pendapatan perusahaan terutama terhadap mesin fasilitas yang dipakai.

Tabel 4.27 Minimasi Waktu Proses dari Perbaikan Anggaran Dana Perusahaan Terhadap Mesin Produksi

Proses	Aktivitas	Sebelum		Setelah	
		Waktu Siklus	Waktu Standar	Waktu Siklus	Waktu Standar
Evacuating And Charging	Setting Unit Pada Alat Vacuum	12,02	5	3,29	4,33
	Setting Unit Untuk Charging Process	3,8	2,59	1,61	2,12
GEK Testing	Setting Mesin Chamber	1,95	2,5	1,55	1,98
	Menunggu Kondisi Stabil Untuk Kapasiti Tes	10,08	12,91	5,82	7,45
	Setting Mesin Pada Chamber Untuk Capacity Test	1,89	2,42	1,53	1,96
Total (Menit)		29,74	25,42	13,8	17,84

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa terdapat perubahan waktu proses jika dilakukan perbaikan dari segi anggaran perusahaan yaitu sebesar 7,58 menit.waktu sesudah

perbaikan merupakan waktu yang didapatkan dari hasil diskusi dengan shift head departemen GEK tentang estimasi waktu mesin pada saat mesin tidak mengalami permasalahan. Perbaikan dari segi anggaran perusahaan merupakan hal yang bisa ditetapkan oleh perusahaan yang bersangkutan sehingga perlu adanya pengawasan dan peninjauan dari segala aspek. Dari keseluruhan analisis diatas dapat diketahui bahwa terdapat perubahan waktu yang sangat signifikan dalam meminimasi waste pada proses produksi GEK tipe H. estimasi waktu yang dapat diminimasi sebesar 123,67 menit.



BAB V PENUTUP

Pada bab penutup ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan, Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan, Sedangkan saran dituliskan untuk memberikan masukan berdasarkan penelitian yang dilakukan, baik untuk tempat penelitian ataupun untuk penelitian selanjutnya.

5.1. Kesimpulan

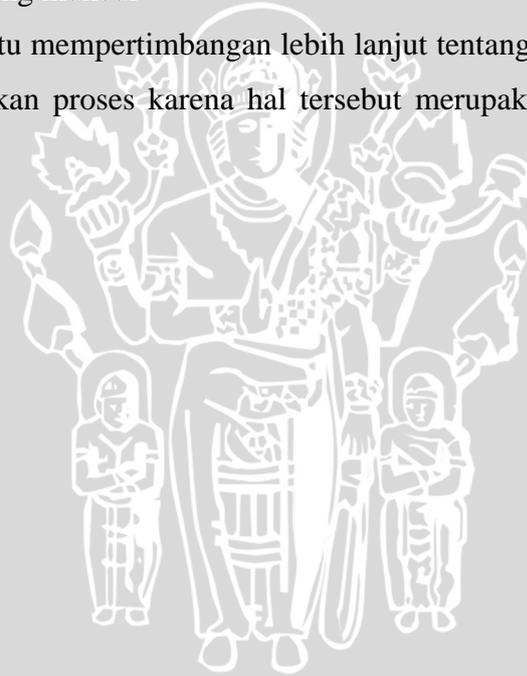
Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisis 7 waste production didapatkan bahwa waste yang muncul pada penggambaran *value stream mapping* proses produksi GEK tipe H adalah *waste waiting time, unnecessary motion*, dan *waste transportation*.
2. Berdasarkan *breakdown* aktivitas yang didapatkan dari *process activity mapping* maka aktivitas-aktivitas yang menyebabkan *waste waiting time, unnecessary motion* dan *waste transportation* adalah banyaknya pergerakan yang dilakukan oleh operator dalam mengambil material maupun alat bantu, Selain itu adanya *repair* proses dan *set up* mesin merupakan salah satu aktivitas yang berkontribusi dalam *waiting time*.
3. Berdasarkan hasil analisis *fishbone diagram* didapatkan faktor-faktor penyebab *waiting time, unnecessary motion* dan *waste transportation* pada produksi GEK tipe H, diantaranya adalah kurangnya jumlah tenaga kerja, keterbatasan biaya, desain *layout* yang kurang sesuai, dan *working card* yang kurang mudah dipahami.
4. Solusi perbaikan untuk meminimasi waste pada proses produksi produk GEK tipe H, antara lain:
 - a. Penambahan jumlah tenaga kerja pada *electric assembly* proses.
 - b. Adanya perbaikan desain *layout* dengan mempertimbangkan analisis tata letak fasilitas.
 - c. Perbaikan *working card* dengan memberikan keterangan tentang aliran proses, sehingga pada *working card* dapat dengan mudah di pahami oleh operator sehingga tidak hanya tertera gambar saja.
 - d. Adanya alternatif baru untuk mengurangi waste yaitu dengan membuat desain meja yang baru.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini dan digunakan untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Adanya studi lebih lanjut tentang rekomendasi perbaikan sesuai dengan pertimbangan-pertimbangan yang mempengaruhinya dan menggunakan metode yang lebih akurat. Seperti pada rekomendasi penambahan jumlah operator sebaiknya dianalisis dengan menggunakan metode khusus perhitungan jumlah operator yang mempertimbangkan beban kerja maupun biaya. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga diperlukan berkaitan dengan perbaikan desain *layout* yang mempertimbangkan studi tentang analisis tata letak fasilitas.
2. Adanya software pendukung *value stream mapping* untuk lebih memudahkan dalam identifikasi jenis *waste* yang muncul
3. Saran bagi perusahaan yaitu mempertimbangan lebih lanjut tentang anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan proses karena hal tersebut merupakan kewenangan yang dimiliki oleh perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, Vincent, 2007, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V, dan A. Fontana, 2011, *Integrated Management Problem Solving Panduan bagi Praktisi Bisnis dan Industri*, Penerbit Vinchristo Publication.
- Hines P., and N, Rich, 1997, *The Seven Value Stream Mapping Tools*, *International Journal of Operations and Production Management*, 17 No. 1, pp: 46-64.
- Hines P. dan Taylor D, 1997, *The Value Stream Mapping Tools*, *International Journal Of Operational And Production Management*, Vol.17 No.1.
- Intifada, Goldie Salamah dan Witantyo, 2011, *Minimasi Waste Menggunakan Value Stream Analysis Tool Untuk Meningkatkan Efisiensi waktu Produksi (Studi Kasus PT. Barata Indonesia, Gresik)*, Tesis Progam Magister Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS).
- Lukodono, Rio Prasetyo, 2011, *Minimasi Non Value Added dengan Value Stream Mapping untuk Mereduksi Waste pada Produksi Case Transmission PT. X, Malang*, Jurnal Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Mc William, 2010, *Introduction To Root Cause Analisis*, Indiana: Departement Of Industrial Technology Collage Of Technology Purdue University.
- Monden, Yasuhiro, 2000, *Sistem Produksi Toyota- Suatu Rancangan Terpadu untuk Penerapan Just in Time*, Jilid II, Terjemahan Edi Nugroho, Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Rother M dan Shook J, 1999, *Learning To See Value Stream Mapping To Create Value And Eliminate Muda*, USA: The Learn Enterprise Institute, Inc.
- Scarvada, A.J., Tatiana Bouzidine-Chameeva, Susan Meyer Goldstein, Julie M. Hays, Arthur V. Hill, 2004, *A Review of the Causal Mapping Practice and Research Literature*, Second World Conference on POM and 15th Annual POM Conference, Cancun, Mexico, April 30 – May 3, 2004.
- Sugiharto, Christoforus, 2015, *Minimasi Waste Untuk Meningkatkan Produksi Rokok Sigaret Kretek Tangan Dengan Value Stream Mapping*, Jurnal Teknik Industri, Universitas Brawijaya.
- Sukmadinata, Nana Syaodih, 2006, *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sutalaksana, Iftikar, 1997, *Teknik Tata Cara Kerja*, ITB: Bandung.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 2003, *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu*, Edisi ketiga, Surabaya: Guna Wijaya.



Lampiran 1. Data Waktu Siklus Aktivitas Pada Proses Produksi Gek Tipe H

1. Prepare Pipa (Cu)

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,95	11	3,85
2	3,58	12	3,35
3	3,77	13	3,90
4	3,68	14	3,63
5	3,93	15	3,27
6	3,55	16	3,68
7	3,57	17	3,38
8	3,77	18	3,03
9	3,40	19	3,62
10	3,35	20	3,37
Total			71,63
Rata-Rata			3,58

2. Memindahkan Pipa Dengan *Hand Palet* Dari Rak Penyimpanan

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,72	11	2,72
2	2,07	12	2,58
3	2,92	13	2,23
4	2,60	14	2,45
5	2,52	15	2,93
6	2,22	16	2,75
7	2,30	17	2,58
8	2,25	18	2,62
9	2,87	19	2,42
10	2,43	20	2,55
Total			50,72
Rata-Rata			2,54

3. Pengukuran Pipa (Mal Pipa)

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	7,70	11	7,38
2	7,57	12	6,85
3	7,28	13	6,80
4	7,37	14	7,18
5	6,93	15	7,77
6	6,92	16	7,22
7	7,45	17	6,87
8	7,25	18	7,08
9	6,88	19	7,70
10	7,42	20	7,23
Total			144,85
Rata-Rata			7,24

4. Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,23	11	2,08
2	2,52	12	2,45
3	2,40	13	2,12
4	1,90	14	2,20
5	2,13	15	2,57
6	2,02	16	2,03
7	1,90	17	2,47
8	2,31	18	2,58
9	2,15	19	2,22
10	2,30	20	2,70
Total			45,28
Rata-Rata			2,26

5. Potong Pipa Sesuai Ukuran

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	20,18	11	20,68
2	19,93	12	20,02
3	20,52	13	19,53
4	20,05	14	19,72
5	19,78	15	20,27
6	20,25	16	19,88
7	20,35	17	19,85
8	19,73	18	20,10
9	20,32	19	19,73
10	20,43	20	20,63
Total			401,97
Rata-Rata			20,10

6. Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,07	11	1,42
2	1,27	12	1,31
3	1,53	13	1,02
4	1,16	14	1,05
5	1,08	15	1,23
6	1,23	16	1,28
7	1,18	17	1,07
8	1,45	18	1,25
9	1,15	19	1,11
10	1,22	20	1,30
Total			24,38
Rata-Rata			1,22

7. Bending Pipa

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	6,88	11	6,42
2	6,23	12	6,78
3	6,80	13	6,98
4	6,20	14	6,45
5	6,05	15	6,55
6	7,18	16	6,35
7	6,60	17	6,53
8	6,73	18	6,75
9	6,40	19	6,47
10	6,75	20	7,07
Total			132,18
Rata-Rata			6,61

8. Mengukur Kesesuaian Hasil Bending

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,00	11	1,20
2	1,13	12	1,25
3	1,05	13	1,43
4	1,27	14	1,32
5	1,25	15	1,12
6	1,26	16	1,07
7	1,10	17	1,37
8	1,35	18	1,13
9	1,38	19	1,03
10	1,35	20	1,41
Total			24,46
Rata-Rata			1,22

9. Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,22	11	1,28
2	1,52	12	1,55
3	1,68	13	1,52
4	1,27	14	1,40
5	1,35	15	1,28
6	1,58	16	1,37
7	1,12	17	1,21
8	1,42	18	1,47
9	1,35	19	1,62
10	1,40	20	1,45
Total			28,05
Rata-Rata			1,40

10. Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	9,03	11	9,10
2	9,22	12	9,35
3	9,57	13	9,73
4	9,05	14	9,35
5	8,90	15	9,08
6	9,03	16	9,28
7	9,30	17	9,07
8	9,03	18	9,13
9	9,40	19	9,30
10	9,62	20	9,70
Total			185,25
Rata-Rata			9,26

11. Mengembalikan Alat Bor

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,72	11	1,77
2	1,93	12	1,53
3	1,68	13	1,85
4	1,55	14	1,48
5	1,73	15	1,82
6	1,57	16	1,88
7	1,77	17	1,60
8	1,62	18	1,85
9	1,68	19	1,75
10	1,95	20	1,62
Total			34,35
Rata-Rata			1,72

12. Reamer Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	5,30	11	5,07
2	4,40	12	5,68
3	4,78	13	5,48
4	4,37	14	5,65
5	4,93	15	5,00
6	5,25	16	5,58
7	4,43	17	5,35
8	4,52	18	4,72
9	5,15	19	5,87
10	5,50	20	4,92
Total			101,95
Rata-Rata			5,10

13. *Brazing Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	10,72	11	10,60
2	9,18	12	10,12
3	10,40	13	10,33
4	10,57	14	9,87
5	9,88	15	9,98
6	9,70	16	10,30
7	10,77	17	9,82
8	9,18	18	9,60
9	9,77	19	10,78
10	10,35	20	10,13
Total		202,05	
Rata-Rata		10,10	

14. *Visual checking*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	5,00	11	5,48
2	4,33	12	5,38
3	5,08	13	5,05
4	4,60	14	4,42
5	4,87	15	4,90
6	5,60	16	5,53
7	5,27	17	5,00
8	5,55	18	4,22
9	4,97	19	4,37
10	5,25	20	5,92
Total		100,78	
Rata-Rata		5,04	

15. *Menunggu Proses Selanjutnya*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,95	11	3,30
2	3,21	12	3,90
3	3,37	13	3,41
4	2,69	14	3,27
5	3,98	15	3,28
6	3,48	16	3,73
7	2,75	17	3,18
8	3,43	18	3,97
9	3,35	19	3,92
10	3,53	20	3,68
Total		68,38	
Rata-Rata		3,42	

16. *Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,42	11	3,68
2	3,60	12	2,69
3	3,37	13	3,93
4	2,85	14	3,73
5	2,98	15	3,65
6	3,37	16	3,78
7	3,25	17	3,10
8	3,29	18	2,90
9	3,58	19	2,85
10	3,22	20	2,74
Total			65,99
Rata-Rata			3,30

17. *Visual checking*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,93	11	2,25
2	2,04	12	2,35
3	1,82	13	2,31
4	1,74	14	2,32
5	1,88	15	1,83
6	2,10	16	2,43
7	1,93	17	1,83
8	1,78	18	1,93
9	2,33	19	1,82
10	2,02	20	1,90
Total			40,55
Rata-Rata			2,03

18. *Pasang Pipa Dengan Coil*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	9,97	11	8,63
2	9,45	12	9,87
3	8,42	13	9,65
4	9,52	14	8,95
5	8,67	15	9,63
6	9,00	16	9,10
7	9,70	17	8,03
8	8,53	18	8,88
9	8,57	19	8,00
10	8,27	20	8,15
Total			178,98
Rata-Rata			8,95

19. Merakit *Casing* Bagian Samping

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	11,07	11	10,05
2	11,05	12	11,17
3	12,00	13	10,47
4	11,40	14	11,42
5	10,47	15	11,05
6	11,92	16	10,72
7	11,32	17	10,60
8	11,90	18	10,88
9	10,67	19	10,45
10	10,47	20	10,33
Total			219,38
Rata-Rata			10,97

20. Masukkan *Coil* Dalam *Casing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,78	11	3,63
2	3,72	12	3,32
3	3,38	13	3,20
4	2,93	14	3,97
5	3,68	15	2,80
6	3,58	16	2,79
7	3,18	17	3,06
8	3,63	18	3,98
9	3,47	19	3,28
10	3,75	20	2,89
Total			68,03
Rata-Rata			3,40

21. Pasang Penutup Bawah *Casing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	4,27	11	3,70
2	3,53	12	3,98
3	4,63	13	3,92
4	3,83	14	3,77
5	3,37	15	3,83
6	4,55	16	4,78
7	4,20	17	3,33
8	3,92	18	4,06
9	3,48	19	3,47
10	3,52	20	4,50
Total			78,64
Rata-Rata			3,93

22. Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,28	11	2,18
2	2,31	12	1,83
3	2,37	13	1,95
4	2,57	14	2,09
5	2,03	15	2,18
6	2,15	16	1,83
7	2,58	17	2,13
8	2,35	18	2,42
9	2,27	19	2,18
10	2,17	20	2,43
Total			44,30
Rata-Rata			2,22

23. *Cutting Header* Pada Ujung *Evaporator* Dengan Gerinda

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,48	11	3,55
2	3,37	12	4,15
3	3,67	13	3,48
4	4,37	14	3,25
5	3,87	15	3,47
6	3,75	16	3,50
7	3,42	17	3,85
8	4,38	18	3,51
9	3,68	19	4,30
10	4,15	20	4,22
Total			75,41
Rata-Rata			3,77

24. Mengembalikan Gerinda

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,07	11	1,85
2	1,88	12	2,05
3	2,16	13	2,34
4	2,22	14	1,75
5	2,17	15	1,63
6	1,82	16	1,95
7	2,08	17	1,77
8	1,83	18	2,30
9	2,03	19	2,25
10	1,60	20	1,71
Total			39,46
Rata-Rata			1,97

25. *Expand Ujung Hasil Cutting*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,27	11	3,22
2	3,17	12	2,77
3	2,60	13	3,33
4	2,75	14	3,30
5	3,29	15	3,18
6	3,48	16	2,92
7	3,35	17	2,51
8	2,83	18	3,67
9	3,16	19	2,47
10	2,55	20	3,02
Total		60,83	
Rata-Rata		3,04	

26. *Brazing Evaporator Dengan Coil*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	6,65	11	5,37
2	5,45	12	6,97
3	5,28	13	6,32
4	6,17	14	5,08
5	5,68	15	5,28
6	6,88	16	6,32
7	6,08	17	5,30
8	6,50	18	5,80
9	6,25	19	6,15
10	5,83	20	5,88
Total		119,25	
Rata-Rata		5,96	

27. *Cleaning Hasil Brazing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,15	11	3,07
2	3,23	12	4,12
3	4,02	13	3,52
4	4,16	14	4,07
5	3,38	15	3,85
6	4,20	16	4,05
7	4,10	17	3,38
8	3,97	18	4,20
9	3,47	19	3,82
10	3,42	20	3,53
Total		74,70	
Rata-Rata		3,74	

28. Pasang *Evaporator* Pada *Casing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	7,65	11	7,55
2	8,02	12	7,05
3	7,77	13	8,10
4	7,53	14	8,08
5	8,00	15	7,33
6	7,35	16	8,13
7	7,42	17	7,70
8	7,37	18	7,32
9	8,42	19	8,05
10	8,50	20	7,37
Total			154,70
Rata-Rata			7,74

29. Mengambil *Gerinda* Sebagai Alat Potong

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	0,95	11	1,47
2	1,32	12	1,02
3	1,28	13	1,12
4	1,12	14	1,25
5	1,36	15	1,35
6	1,26	16	1,20
7	1,38	17	1,18
8	1,21	18	1,38
9	1,19	19	1,27
10	0,95	20	1,16
Total			24,42
Rata-Rata			1,22

30. *Cutting Header* Pada Ujung *Evaporator* Dengan *Gerinda*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,65	11	3,35
2	4,00	12	4,32
3	4,13	13	4,22
4	3,41	14	3,98
5	3,35	15	3,47
6	4,30	16	4,30
7	3,57	17	4,23
8	4,27	18	3,30
9	4,08	19	4,10
10	4,16	20	3,45
Total			77,64
Rata-Rata			3,88

31. Mengembalikan Gerinda

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,03	11	2,26
2	1,83	12	1,94
3	2,25	13	1,91
4	2,30	14	2,20
5	2,18	15	1,83
6	2,38	16	2,12
7	1,73	17	2,17
8	2,10	18	2,00
9	1,84	19	2,12
10	2,09	20	1,87
Total		41,15	
Rata-Rata		2,06	

32. Expand Ujung Hasil Cutting

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,54	11	3,14
2	3,00	12	3,27
3	2,45	13	2,69
4	2,92	14	2,75
5	2,52	15	2,90
6	2,72	16	2,41
7	2,48	17	3,12
8	3,08	18	3,07
9	2,71	19	3,02
10	3,38	20	3,15
Total		57,32	
Rata-Rata		2,87	

33. Brazing Evaporator Dengan Coil

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,08	11	3,82
2	3,68	12	4,62
3	3,27	13	4,32
4	3,43	14	3,33
5	4,48	15	4,77
6	3,80	16	4,63
7	3,55	17	4,53
8	3,07	18	4,22
9	3,00	19	3,30
10	3,05	20	3,40
Total		75,35	
Rata-Rata		3,77	

34. *Cleaning Hasil Brazing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,06	11	3,12
2	2,98	12	3,62
3	2,51	13	2,63
4	2,77	14	3,58
5	3,18	15	2,98
6	2,60	16	3,11
7	2,58	17	3,28
8	2,48	18	2,92
9	2,93	19	3,20
10	3,41	20	2,97
Total			59,92
Rata-Rata			3,00

35. *Pasang Condensor*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	12,02	11	12,93
2	13,45	12	13,58
3	12,12	13	13,42
4	13,75	14	13,92
5	13,30	15	13,47
6	12,47	16	13,47
7	12,78	17	13,55
8	12,77	18	12,88
9	13,43	19	12,15
10	13,18	20	12,90
Total			261,53
Rata-Rata			13,08

36. *Menghubungkan Condensor Dengan Pipa*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	5,87	11	5,40
2	4,80	12	5,62
3	4,33	13	5,77
4	5,32	14	4,65
5	4,37	15	4,67
6	5,88	16	4,60
7	4,97	17	5,75
8	4,63	18	5,70
9	5,17	19	5,57
10	4,73	20	4,27
Total			102,05
Rata-Rata			5,10

37. Pasang Ventilator

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	10,10	11	10,60
2	11,35	12	10,90
3	10,48	13	10,22
4	11,88	14	11,57
5	10,77	15	10,70
6	10,97	16	10,73
7	10,73	17	10,03
8	10,98	18	11,47
9	10,17	19	11,17
10	11,18	20	11,47
Total		217,47	
Rata-Rata		10,87	

38. Pasang Compressor

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	10,43	11	9,13
2	9,60	12	10,80
3	9,35	13	9,10
4	10,78	14	10,87
5	9,90	15	9,23
6	9,73	16	10,92
7	10,10	17	10,35
8	9,12	18	10,08
9	10,33	19	9,68
10	9,03	20	10,07
Total		198,62	
Rata-Rata		9,93	

39. Memindahkan Unit Dengan Trolly Menuju *Electric Preparation*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,84	11	2,43
2	2,90	12	3,15
3	2,58	13	2,28
4	3,11	14	2,53
5	2,50	15	2,40
6	2,30	16	2,58
7	2,85	17	3,28
8	2,65	18	2,41
9	3,05	19	2,80
10	2,78	20	3,18
Total		54,62	
Rata-Rata		2,73	

40. *Prepare Fan Dan Casing Fan*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,92	11	2,40
2	3,03	12	2,97
3	3,15	13	3,32
4	3,10	14	3,47
5	3,40	15	2,61
6	2,48	16	2,67
7	2,98	17	3,11
8	3,00	18	3,67
9	3,14	19	2,84
10	2,83	20	3,45
Total			60,54
Rata-Rata			3,03

41. *Visual checking Kondisi Fanmerakit Fan Dengan Casing-Nya*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	4,02	11	4,60
2	4,28	12	3,48
3	3,44	13	4,20
4	4,48	14	3,55
5	4,45	15	4,18
6	4,50	16	3,78
7	3,60	17	3,63
8	4,88	18	4,82
9	4,78	19	4,30
10	4,38	20	4,62
Total			83,99
Rata-Rata			4,20

42. *Merakit Fan Dengan Casing-Nya*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	4,93	11	4,60
2	4,97	12	5,53
3	4,60	13	4,95
4	4,82	14	5,00
5	5,43	15	5,53
6	4,07	16	4,45
7	5,68	17	4,75
8	4,62	18	5,03
9	4,32	19	4,37
10	5,93	20	5,27
Total			98,85
Rata-Rata			4,94

43. *Pasang Fan Pada Casing Atas Unit*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,35	11	4,16
2	4,02	12	3,33
3	4,12	13	3,40
4	4,33	14	4,00
5	3,40	15	3,22
6	4,07	16	3,87
7	3,38	17	3,08
8	4,15	18	3,43
9	3,18	19	3,13
10	4,05	20	3,88
Total		73,56	
Rata-Rata		3,68	

44. *Prepare Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,42	11	2,89
2	2,57	12	3,08
3	2,71	13	3,03
4	2,93	14	2,63
5	3,42	15	3,40
6	3,14	16	2,45
7	2,97	17	2,57
8	3,30	18	3,13
9	3,23	19	2,72
10	2,49	20	3,10
Total		59,18	
Rata-Rata		2,96	

45. *Electric Evaporator*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	34,43	11	34,35
2	34,47	12	35,45
3	35,60	13	34,08
4	35,20	14	35,13
5	35,40	15	35,63
6	34,13	16	34,25
7	35,17	17	35,65
8	34,30	18	35,28
9	35,17	19	35,98
10	35,88	20	35,93
Total		701,50	
Rata-Rata		35,08	

46. *Electric Condensor*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	41,68	11	41,83
2	41,38	12	42,60
3	42,63	13	42,75
4	42,20	14	41,18
5	41,75	15	42,18
6	42,62	16	42,22
7	42,33	17	42,48
8	41,15	18	42,32
9	42,15	19	42,80
10	42,87	20	42,27
Total			843,40
Rata-Rata			42,17

47. *Menghubungkan Fan*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	18,20	11	17,72
2	17,02	12	17,87
3	18,33	13	17,32
4	17,08	14	18,22
5	18,80	15	17,28
6	18,78	16	17,45
7	17,70	17	17,03
8	18,83	18	17,50
9	18,03	19	18,08
10	18,90	20	18,75
Total			358,90
Rata-Rata			17,95

48. *Visual checking Dan Repair Unit*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	11,22	11	12,83
2	12,70	12	12,82
3	12,35	13	12,12
4	12,12	14	12,07
5	11,08	15	11,13
6	11,20	16	11,80
7	11,35	17	11,83
8	11,92	18	11,92
9	12,58	19	12,25
10	12,55	20	12,60
Total			240,43
Rata-Rata			12,02

49. Memindahkan Unit Dengan *Trolley* Menuju Meja *Vacuum Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,28	11	1,85
2	2,36	12	2,17
3	2,13	13	2,11
4	2,16	14	2,13
5	2,26	15	1,66
6	2,11	16	2,35
7	2,23	17	1,97
8	1,78	18	2,14
9	1,92	19	1,87
10	1,72	20	2,06
Total		41,26	
Rata-Rata		2,06	

50. Menunggu *Vacuum Process* Sampai Alat *Ready*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,12	11	3,45
2	3,11	12	2,76
3	3,06	13	3,72
4	2,93	14	2,57
5	2,75	15	3,45
6	2,87	16	3,15
7	2,58	17	3,03
8	3,08	18	3,41
9	2,56	19	3,54
10	3,40	20	2,85
Total		61,39	
Rata-Rata		3,07	

51. *Setting* Unit Pada Alat *Vacuum Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,72	11	4,21
2	3,17	12	3,23
3	4,05	13	3,60
4	4,20	14	4,37
5	3,32	15	4,00
6	4,18	16	3,58
7	3,35	17	4,02
8	3,75	18	4,13
9	4,16	19	3,53
10	3,33	20	4,05
Total		75,95	
Rata-Rata		3,80	

52. *Vacuum Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	5,65	11	5,52
2	4,12	12	4,22
3	5,87	13	4,88
4	5,07	14	4,97
5	5,73	15	5,28
6	5,08	16	5,13
7	5,58	17	4,13
8	4,47	18	5,98
9	5,60	19	5,45
10	5,68	20	5,77
Total		104,18	
Rata-Rata		5,21	

53. *Memindahkan Unit Dari Vacuum Process Menuju Charging Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,28	11	0,93
2	1,31	12	1,25
3	1,02	13	1,36
4	1,17	14	1,21
5	0,89	15	1,37
6	1,33	16	1,11
7	1,08	17	1,18
8	1,28	18	1,25
9	1,34	19	1,38
10	1,26	20	1,21
Total		24,22	
Rata-Rata		1,21	

54. *Setting Unit Untuk Charging Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,04	11	2,16
2	2,22	12	1,64
3	2,23	13	2,07
4	2,13	14	1,74
5	2,16	15	1,97
6	1,70	16	1,87
7	2,00	17	1,90
8	1,72	18	1,78
9	2,27	19	2,15
10	1,58	20	2,10
Total		39,43	
Rata-Rata		1,97	

55. Memindahkan Unit Dengan *Trolley* Menuju *Chamber*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	3,18	11	3,15
2	2,48	12	2,25
3	2,93	13	3,02
4	2,93	14	2,57
5	2,25	15	3,07
6	2,28	16	3,15
7	2,64	17	3,03
8	3,11	18	3,10
9	3,03	19	3,18
10	3,17	20	2,85
Total			57,38
Rata-Rata			2,87

56. Memasukkan Unit Pada *Chamber*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,10	11	2,22
2	2,22	12	1,65
3	2,04	13	2,00
4	2,20	14	2,21
5	2,25	15	1,72
6	2,16	16	1,90
7	1,85	17	1,84
8	1,76	18	1,75
9	2,17	19	2,16
10	2,06	20	2,20
Total			40,46
Rata-Rata			2,02

57. *Setting* Mesin *Chamber*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,96	11	1,68
2	2,13	12	1,72
3	2,07	13	1,73
4	2,12	14	1,66
5	2,05	15	2,32
6	1,74	16	2,13
7	2,11	17	1,75
8	2,06	18	1,65
9	2,20	19	2,21
10	1,95	20	1,84
Total			39,08
Rata-Rata			1,95

58. *Functional Test Pada Chamber*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	31,13	11	31,38
2	31,68	12	30,33
3	31,70	13	31,73
4	31,68	14	30,85
5	31,23	15	30,52
6	31,52	16	31,17
7	30,83	17	30,18
8	31,83	18	30,58
9	30,58	19	31,73
10	31,78	20	31,05
Total		623,51	
Rata-Rata		31,18	

59. *Menunggu Kondisi Stabil Untuk Capacity Test*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	10,78	11	10,35
2	9,33	12	10,87
3	10,77	13	10,90
4	10,87	14	10,08
5	9,90	15	10,57
6	9,02	16	9,62
7	9,23	17	10,42
8	10,35	18	9,72
9	9,32	19	9,48
10	9,05	20	10,90
Total		201,52	
Rata-Rata		10,08	

60. *Setting Mesin Pada Chamber Untuk Capacity Test*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,62	11	1,87
2	1,72	12	1,65
3	1,98	13	1,62
4	2,24	14	1,67
5	1,65	15	1,93
6	1,87	16	1,73
7	1,75	17	1,85
8	2,11	18	1,89
9	2,30	19	2,03
10	2,16	20	2,12
Total		37,76	
Rata-Rata		1,89	

61. Mengeluarkan Unit Dari Mesin *Chamber*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,62	11	3,02
2	3,12	12	3,03
3	3,18	13	3,11
4	3,25	14	2,30
5	2,85	15	2,98
6	3,10	16	2,35
7	2,37	17	3,16
8	2,65	18	3,25
9	3,22	19	3,27
10	3,25	20	2,77
Total		58,84	
Rata-Rata		2,94	

62. Memindahkan Unit Dengan *Hand Palet* Menuju Area *Finishing And Packing*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,68	11	3,21
2	2,78	12	3,12
3	3,11	13	3,26
4	3,20	14	2,53
5	2,83	15	3,15
6	2,73	16	2,87
7	3,13	17	3,22
8	3,05	18	2,71
9	3,10	19	2,87
10	2,42	20	2,55
Total		58,52	
Rata-Rata		2,93	

63. *Prepare Alat Finishing* (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll,)

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	1,21	11	1,03
2	1,09	12	1,13
3	0,95	13	1,32
4	0,91	14	1,21
5	1,34	15	1,11
6	1,26	16	1,25
7	1,20	17	1,13
8	1,12	18	1,23
9	0,92	19	1,17
10	1,05	20	1,24
Total		22,87	
Rata-Rata		1,14	

64. *Finishing And Inspection Unit*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	12,72	11	13,78
2	13,87	12	12,58
3	13,58	13	13,22
4	12,55	14	12,78
5	13,17	15	13,03
6	12,25	16	12,80
7	12,47	17	12,17
8	13,50	18	12,12
9	12,68	19	12,43
10	12,15	20	12,02
Total			255,87
Rata-Rata			12,79

65. *Prepare Komponen Packing (Karton, Plastic Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll,)*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	7,53	11	6,92
2	6,90	12	7,37
3	6,27	13	6,98
4	7,75	14	6,95
5	7,62	15	7,20
6	7,93	16	7,70
7	6,53	17	6,92
8	6,38	18	6,22
9	7,18	19	7,83
10	7,58	20	7,48
Total			143,25
Rata-Rata			7,16

66. *Packing Process*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	15,45	11	15,00
2	14,52	12	15,68
3	14,98	13	15,57
4	15,40	14	15,42
5	15,13	15	15,88
6	15,25	16	14,08
7	15,05	17	15,95
8	14,40	18	14,33
9	14,30	19	15,48
10	15,23	20	15,42
Total			302,53
Rata-Rata			15,13

67. Memindahkan Hasil *Packing* Ke Tempat Penyimpanan Dengan *Hand Palet*

Replikasi	Waktu (Menit)	Replikasi	Waktu (Menit)
1	2,22	11	2,21
2	2,07	12	1,94
3	2,12	13	1,87
4	1,82	14	2,37
5	2,43	15	1,84
6	2,03	16	1,72
7	2,10	17	2,14
8	2,13	18	2,28
9	1,83	19	1,65
10	2,25	20	1,83
Total		40,85	
Rata-Rata		2,04	

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 2. Data Uji Keseragaman

No	Aktivitas	Uji Keseragaman			Keterangan
		Rata-Rata (Menit)	Bka	Bkb	
1	<i>Prepare</i> Pipa (Cu)	3,58	4,19	3,21	Seragam
2	Memindahkan Pipa Dengan <i>Hand Palet</i> Dari Rak Penyimpanan	2,54	3,02	2,05	Seragam
3	Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	7,24	7,85	6,63	Seragam
4	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2,26	2,73	1,80	Seragam
5	Potong Pipa Sesuai Ukuran	20,10	20,76	19,44	Seragam
6	Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	1,22	1,50	0,94	Seragam
7	<i>Bending</i> Pipa	6,61	7,21	6,01	Seragam
8	Mengukur Kesesuaian Hasil <i>Bending</i>	1,22			Seragam
9	Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	1,40	4,23	-0,34	Seragam
10	Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	9,26	9,75	8,78	Seragam
11	Mengembalikan Alat Bor	1,72	1,99	1,44	Seragam
12	<i>Reamer</i> Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	5,10	1,50	0,95	Seragam
13	<i>Brazing</i> Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	10,10	13,23	5,80	Seragam
14	<i>Visual checking</i>	5,04	4,17	2,67	Seragam
15	Menunggu Proses Selanjutnya	3,42	5,90	3,78	Seragam
16	<i>Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor</i>	3,30	4,23	2,24	Seragam
17	<i>Visual checking</i>	2,03	2,47	1,58	Seragam
18	Pasang Pipa Dengan <i>Coil</i>	8,95	10,22	7,68	Seragam
19	Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	10,97	12,09	9,85	Seragam
20	Masukkan <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	3,40	4,15	2,65	Seragam
21	Pasang Penutup Bawah <i>Casing</i>	3,93	4,81	3,06	Seragam
22	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2,22	2,63	1,80	Seragam
23	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i> Dengan Gerinda	3,77	4,50	3,04	Seragam
24	Mengembalikan Gerinda	1,97	2,42	1,52	Seragam
25	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	3,04	3,74	2,35	Seragam
26	<i>Brazing Evaporator</i> Dengan <i>Coil</i>	5,96	7,08	4,85	Seragam
27	<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	3,74	4,50	2,97	Seragam
28	Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	7,74	8,55	6,92	Seragam
29	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	1,22	1,50	0,94	Seragam
30	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda	3,88	4,65	3,11	Seragam
31	Mengembalikan Gerinda	2,06	2,42	1,69	Seragam
32	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	2,87	3,45	2,28	Seragam
33	<i>Brazing Condensor</i> Dengan <i>Coil</i>	3,77	4,58	2,96	Seragam
34	<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	3	3,66	2,33	Seragam
35	Pasang <i>Condensor</i>	13,08	14,19	11,96	Seragam
36	Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa	5,10	6,22	3,98	Seragam
37	Pasang <i>Ventilator</i>	10,87	11,92	9,83	Seragam
38	Pasang <i>Compressor</i>	9,93	11,21	8,65	Seragam
39	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	2,73	3,35	2,11	Seragam
40	<i>Prepare Fan</i> Dan <i>Casing Fan</i>	3,03	3,70	2,36	Seragam
41	<i>Visual checking</i> Kondisi <i>Fan</i>	4,20	5,14	3,26	Seragam
42	Merakit <i>Fan</i> Dengan <i>Casing</i> -Nya	4,94	5,94	3,95	Seragam
43	Pasang <i>Fan</i> Pada <i>Casing</i> Atas Unit	3,68	4,51	2,84	Seragam
44	<i>Prepare</i> Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	2,96	3,60	2,32	Seragam

No	Aktivitas	Uji Keseragaman			Keterangan
		Rata-Rata (Menit)	Bka	Bkb	
45	<i>Electric Evaporator</i>	35,08	36,37	33,78	Seragam
46	<i>Electric Condensor</i>	42,17	43,21	41,13	Seragam
47	Menghubungkan <i>Fan</i>	17,95	19,24	16,65	Seragam
48	<i>Visual checking</i> Dan <i>Repair Unit</i>	12,02	13,18	10,86	Seragam
49	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Process</i>	2,06	2,47	1,65	Seragam
50	Menunggu <i>Vacuum Process</i> Sampai Alat <i>Ready</i>	3,07	3,75	2,39	Seragam
51	<i>Setting Unit</i> Pada Alat <i>Vacuum Process</i>	3,8	4,56	3,03	Seragam
52	<i>Vacuum Process</i>	5,21	6,39	4,03	Seragam
53	Memindahkan Unit Dari <i>Vacuum Process</i> Menuju <i>Charging Process</i>	1,21	1,49	0,93	Seragam
54	<i>Setting Unit</i> Untuk <i>Charging Process</i>	1,97	2,40	1,54	Seragam
55	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Chamber</i>	2,87	3,53	2,21	Seragam
56	Memasukkan Unit Pada <i>Chamber</i>	2,02	2,42	1,63	Seragam
57	<i>Setting Mesin Chamber</i>	1,95	2,38	1,53	Seragam
58	<i>Functional Test</i> Pada <i>Chamber</i>	31,18	32,25	30,10	Seragam
59	Menunggu Kondisi Stabil Untuk <i>Capacity Test</i>	10,08	11,44	8,71	Seragam
60	<i>Setting Mesin</i> Pada <i>Chamber</i> Untuk <i>Capacity Test</i>	1,89	2,32	1,46	Seragam
61	Mengeluarkan Unit Dari Mesin <i>Chamber</i>	2,94	3,59	2,29	Seragam
62	Memindahkan Unit Dengan <i>Hand Palet</i> Menuju <i>Area Finishing And Packing</i>	2,93	3,45	2,40	Seragam
63	<i>Prepare Alat Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	1,14	1,39	0,90	Seragam
64	<i>Finishing And Inspection Unit</i>	12,79	13,93	11,66	Seragam
65	<i>Prepare Komponen Packing</i> (Karton, Plastic Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	7,16	8,22	6,10	Seragam
66	<i>Packing Process</i>	15,13	16,21	14,04	Seragam
67	Memindahkan Hasil <i>Packing</i> Ke Tempat Penyimpanan Dengan <i>Hand Palet</i>	2,04	2,48	1,60	Seragam

Lampiran 3. Uji Kecukupan Data

No	Aktivitas	N	N'	Keterangan
1	<i>Prepare</i> Pipa (Cu)	20	6,90	Cukup
2	Memindahkan Pipa Dengan <i>Hand Palet</i> Dari Rak Penyimpanan	20	13,41	Cukup
3	Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	20	2,58	Cukup
4	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	20	15,26	Cukup
5	Potong Pipa Sesuai Ukuran	20	0,39	Cukup
6	Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	20	18,99	Cukup
7	<i>Bending</i> Pipa	20	2,99	Cukup
8	Mengukur Kesesuaian Hasil <i>Bending</i>	20	18,16	Cukup
9	Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	20	16,40	Cukup
10	Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	20	1,00	Cukup
11	Mengembalikan Alat Bor	20	9,25	Cukup
12	<i>Reamer</i> Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	20	11,92	Cukup
13	<i>Brazing</i> Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	20	3,32	Cukup
14	<i>Visual checking</i>	20	17,38	Cukup
15	Menunggu Proses Selanjutnya	20	12,92	Cukup
16	<i>Prepare Coil, Casing, Evaporator</i> Dan <i>Condensor</i>	20	18,95	Cukup
17	<i>Visual checking</i>	20	17,70	Cukup
18	Pasang Pipa Dengan <i>Coil</i>	20	7,32	Cukup
19	Merakit <i>Casing</i> Bagian Samping	20	3,81	Cukup
20	Masukkan <i>Coil</i> Dalam <i>Casing</i>	20	17,89	Cukup
21	Pasang Penutup Bawah <i>Casing</i>	20	18,13	Cukup
22	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	20	13,10	Cukup
23	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Evaporator</i> Dengan Gerinda	20	13,71	Cukup
24	Mengembalikan Gerinda	20	19,06	Cukup
25	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	20	19,06	Cukup
26	<i>Brazing Evaporator</i> Dengan <i>Coil</i>	20	12,80	Cukup
27	<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	20	15,49	Cukup
28	Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	20	4,01	Cukup
29	Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	20	19,56	Cukup
30	<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda	20	14,33	Cukup
31	Mengembalikan Gerinda	20	11,44	Cukup
32	<i>Expand</i> Ujung Hasil <i>Cutting</i>	20	15,26	Cukup
33	<i>Brazing Condensor</i> Dengan <i>Coil</i>	20	17,03	Cukup
34	<i>Cleaning</i> Hasil <i>Brazing</i>	20	18,10	Cukup
35	Pasang <i>Condensor</i>	20	2,67	Cukup
36	Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa	20	17,63	Cukup
37	Pasang <i>Ventilator</i>	20	3,36	Cukup
38	Pasang <i>Compressor</i>	20	6,09	Cukup
39	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	20	18,83	Cukup
40	<i>Prepare Fan</i> Dan <i>Casing Fan</i>	20	17,88	Cukup
41	<i>Visual checking</i> Kondisi <i>Fan</i>	20	18,34	Cukup
42	Merakit <i>Fan</i> Dengan <i>Casing</i> -Nya	20	14,83	Cukup
43	Pasang <i>Fan</i> Pada <i>Casing</i> Atas Unit	20	18,75	Cukup
44	<i>Prepare</i> Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	20	16,92	Cukup

No	Aktivitas	N	N'	Keterangan
45	<i>Electric Evaporator</i>	20	0,49	Cukup
46	<i>Electric Condensor</i>	20	0,22	Cukup
47	Menghubungkan <i>Fan</i>	20	1,89	Cukup
48	<i>Visual checking</i> Dan <i>Repair Unit</i>	20	3,41	Cukup
49	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Meja Vacuum Process</i>	20	14,44	Cukup
50	Menunggu <i>Vacuum Process</i> Sampai <i>Alat Ready</i>	20	18,10	Cukup
51	<i>Setting Unit</i> Pada <i>Alat Vacuum Process</i>	20	15,47	Cukup
52	<i>Vacuum Process</i>	20	18,66	Cukup
53	Memindahkan Unit Dari <i>Vacuum Process</i> Menuju <i>Charging Process</i>	20	19,97	Cukup
54	<i>Setting Unit</i> Untuk <i>Charging Process</i>	20	17,37	Cukup
55	Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Chamber</i>	20	19,41	Cukup
56	Memasukkan Unit Pada <i>Chamber</i>	20	14,01	Cukup
57	<i>Setting Mesin Chamber</i>	20	17,41	Cukup
58	<i>Functional Test</i> Pada <i>Chamber</i>	20	0,43	Cukup
59	Menunggu Kondisi Stabil Untuk <i>Capacity Test</i>	20	6,68	Cukup
60	<i>Setting Mesin</i> Pada <i>Chamber</i> Untuk <i>Capacity Test</i>	20	19,03	Cukup
61	Mengeluarkan Unit Dari <i>Mesin Chamber</i>	20	17,70	Cukup
62	Memindahkan Unit Dengan <i>Hand Palet</i> Menuju <i>Area Finishing And Packing</i>	20	11,61	Cukup
63	<i>Prepare Alat Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	20	17,17	Cukup
64	<i>Finishing And Inspection Unit</i>	20	2,89	Cukup
65	<i>Prepare Komponen Packing</i> (Karton, Plastic Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	20	7,96	Cukup
66	<i>Packing Process</i>	20	1,96	Cukup
67	Memindahkan Hasil <i>Packing</i> Ke Tempat Penyimpanan Dengan <i>Hand Palet</i>	20	16,97	Cukup



Lampiran 4. Data Penentuan Allowance

1. Tabel Penentuan Allowance

FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)	
		EKIVALEN BEBAN	
		RIA	WANITA
A. TENAGA YG DIKELUARKAN			
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	tanpa beban	0,0- 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop , ringan	2,25-9,00	7,5-12,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0
5. Berat	Mengayun palu yg berat	19,00-27,00	16,0- 30,0
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 – 50,00	30,0-50,0
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg	
B. SIKAP KERJA			
1. Duduk	Bekerja dudu, ringan		0,0 - 1,0
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 - 2,5
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5 - 4,0
4. Berbaring	Pada bagian sisi , belakang atau depan badan		2,5 - 4,0
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada dua kaki		4,0 - 10,0
C. GERAKAN KERJA			
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0 - 5
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 - 5
4. Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5 - 10
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong/pertambangan yg sempit		10 - 15
D. KELELAHAN MATA *)		PENCAHAYAAN	
		BAIK	BURUK
1. Pandangan yg terputus-putus	Membawa alat ukur	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Pandangan yg hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Pandangan terus menerus dgn fokus berubah-ubah	Pemeriksaan yang sanga teliti	7,5 - 12,0	7,5 - 16,0
4. Pandangan terus menerus dgn fokus tetap		19,0 - 30,0	16,0 - 30,0

FAKTOR	KELONGGARAN (%)
E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA **) TEMPERATUR (C) dibawah 0	KELEMBABAN NORMAL BERLEBIHAN
1. Beku	
2. Rendah 0 - 13	Diatas 10 diatas 12
3. Sedang 13 - 22	10 - 5 12 - 5
4. Normal 22 - 28	5 - 0 8 - 0
5. Tinggi 28 - 38	0 - 5 0 - 8
6. Sangat tinggi diatas 38	5 - 40 8 - 100
	Diatas 40 diatas 100
F. KEADAAN ATMOSFER ***)	
1. Baik Ruang yg berventilasi baik, udara segar	0
2. Cukup Vintilasi kurang baik, ada bau-bauan	0 - 5
3. Kurang baik Adanya debu beracun atau tidak beracun tapi banyak	5 - 10
4. Buruk Adanya bau-bauan berbahaya harus menggunakan alat pernafasan	10 - 20
G.KEADAAN LINGKUNGAN YANG BAIK	
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah	0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5 - 10 detik	0 - 1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0 - 5 detik	1 - 3
4. Sangat bising	0 - 5
5. Jika faktor yg berpengaruh dapat menurunkan kualitas	0 - 5
6. Terasa adanya getaran lantai	5 - 10
7. Keadaan yg luar biasa (bunyi, kebersihan dll)	5 - 10

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

***) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

****) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap : kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 2 - 2,5 % dan

Wanita = 2 - 5 %

2. Perhitungan Allowance Pada Tiap Proses

a. Allowance Pada Tube Preparation

<i>Tube Preparation</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Dapat Diabaikan	0%
Sikap Kerja	Duduk	1%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		11%

b. Allowance Pada Tube Assembly

<i>Tube Assembly</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Sangat Ringan	6%
Sikap Kerja	Badan Tegak, Ditumpu Dua Kaki	2%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		18%

c. Allowance Pada Electric Preparation

<i>Electric Preparation</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Dapat Diabaikan	0%
Sikap Kerja	Badan Tegak, Ditumpu Dua Kaki	2%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		12%

d. Allowance Pada Electric Assembly

<i>Electric Assembly</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Sedang	13%
Sikap Kerja	Duduk	1%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Hampir Terus Menerus	7%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		28%

e. *Allowance Pada Evacuating And Charging*

<i>Evacuating And Charging</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Dapat Diabaikan	0%
Sikap Kerja	Duduk	1%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		11%

f. *Allowance Pada Gek Testing*

<i>Gek Testing</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Dapat Diabaikan	0%
Sikap Kerja	Duduk	1%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		11%

g. *Allowance Pada Finishing And Packing*

<i>Finishing And Packing</i>		
Faktor	Keterangan	Allowance
Tenaga Yang Dikeluarkan	Sangat Ringan	2%
Sikap Kerja	Badan Tegak, Ditumpu Dua Kaki	2%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Yang Terputus-Putus	3%
Keadaan Temperature Tempat Kerja	Normal	5%
Keadaan Atmosfir	Baik	0%
Keadaan Lingkungan	Bersih, Sehat	0%
Kebutuhan Pribadi	Pria	2%
Total		14%

Lampiran 5. Waktu Normal Dan Waktu Standar

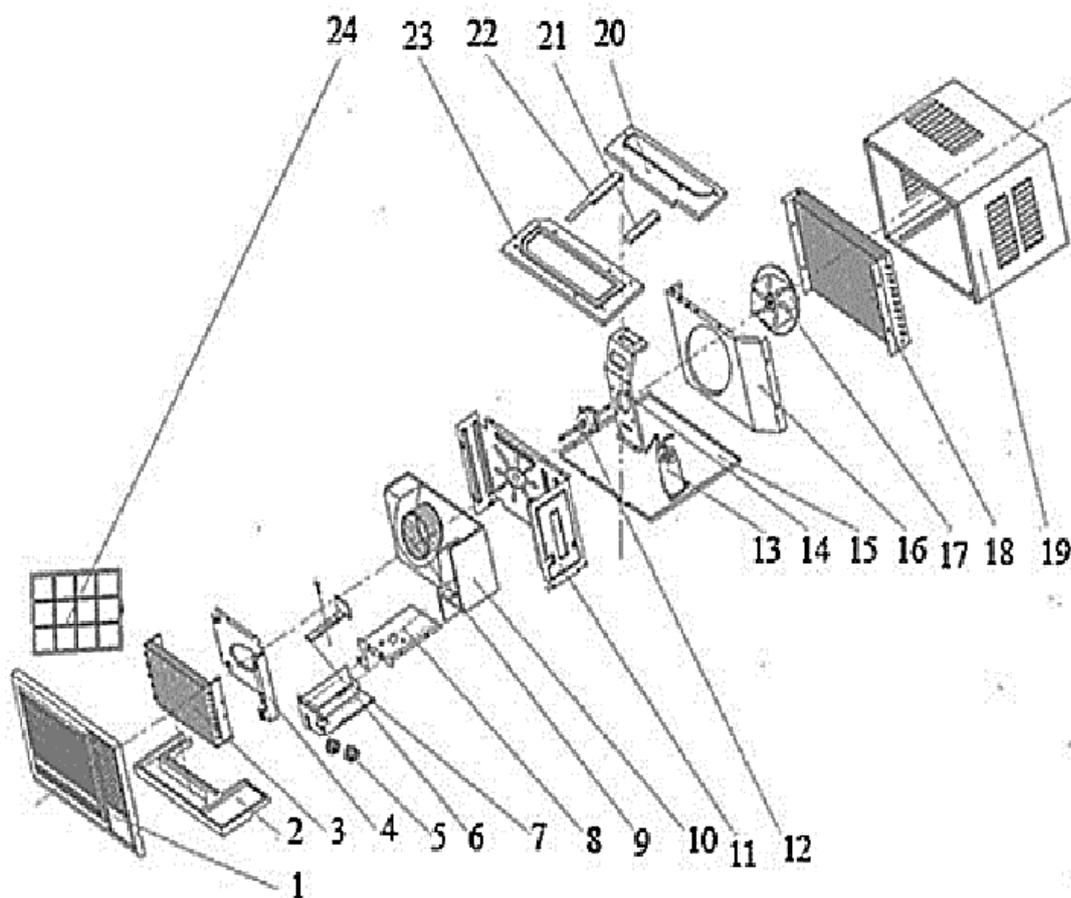
No	Proses	Aktivitas	Waktu Normal (Menit)	Waktu Standar (Menit)
1	Tube Preparation	Prepare Pipa (Cu)	4,08	4,59
2		Memindahkan Pipa Dengan <i>Mini range</i> Dari Rak Penyimpanan	2,90	3,25
3		Pengukuran Pipa (Mal Pipa)	8,25	9,27
4		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2,58	2,89
5		Potong Pipa Sesuai Ukuran	22,91	25,75
6		Mengembalikan Gerinda Ke Rak Komponen	1,39	1,56
7		Bending Pipa	7,54	8,47
8		Mengukur Kesesuaian Hasil Bending	1,39	1,56
9		Mengambil Alat Bor Dari Rak Komponen	1,60	1,79
10		Bor Pipa Sesuai Gambar Lubang Pada Mal	10,56	11,86
11		Mengembalikan Alat Bor	1,96	2,20
12		Reamer Pipa Untuk Menghaluskan Permukaan Hasil Bor	5,81	6,53
13		Brazing Pipa Satu Dengan Pipa Lainnya	11,51	12,94
14		Visual checking Hasil Brazing	5,75	6,46
15		Menunggu Hasil Brazing Dingin	3,90	4,38
16	Tube Assembly	Prepare Coil, Casing, Evaporator Dan Condensor	3,83	4,67
17		Visual checking	2,35	2,87
18		Pasang Pipa Dengan Coil	10,38	12,66
19		Merakit Casing Bagian Samping	12,73	15,52
20		Masukkan Coil Dalam Casing	3,94	4,81
21		Pasang Penutup Bawah Casing	4,56	5,56
22		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	2,58	3,14
23		Cutting Header Pada Ujung Evaporator Dengan Gerinda	4,37	5,33
24		Mengembalikan Gerinda	2,29	2,79
25		Expand Ujung Hasil Cutting	3,53	4,30
26		Brazing Evaporator Dengan Coil	6,91	8,43

No	Proses	Aktivitas	Waktu Normal (Menit)	Waktu Standar (Menit)
27		<i>Cleaning Hasil Brazing</i>	4,34	5,29
28		Pasang <i>Evaporator</i> Pada <i>Casing</i>	8,98	10,95
29		Mengambil Gerinda Sebagai Alat Potong	1,42	1,73
30		<i>Cutting Header</i> Pada Ujung <i>Condensor</i> Dengan Gerinda	4,50	5,49
31		Mengembalikan Gerinda	2,39	2,91
32		<i>Expand Ujung Hasil Cutting</i>	3,33	4,06
33		<i>Brazing Condensor</i> Dengan <i>Coil</i>	4,37	5,33
34		<i>Cleaning Hasil Brazing</i>	3,48	4,24
35		Pasang <i>Condensor</i>	15,17	18,50
36		Menghubungkan <i>Condensor</i> Dengan Pipa	5,92	7,21
37		Pasang <i>Ventilator</i>	12,61	15,38
38		Pasang <i>Compressor</i>	11,52	14,05
39		<i>Test 18 Bar</i>	3,1	3,1
40		Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Electric Preparation</i>	3,17	3,86
41	<i>Electric Preparation</i>	<i>Prepare Fan</i> Dan <i>Casing Fan</i>	3,45	3,93
42	<i>Electric Assembly</i>	<i>Visual checking</i> Kondisi <i>Fan</i>	5,12	7,12
43		Merakit <i>Fan</i> Dengan <i>Casing</i> -Nya	6,03	8,37
44		Pasang <i>Fan</i> Pada <i>Casing</i> Atas Unit	4,49	6,24
45		<i>Prepare</i> Kabel Dan Koneksi Yang Akan Digunakan	3,61	5,02
46		<i>Electric Evaporator</i>	42,80	59,44
47		<i>Electric Condensor</i>	51,45	71,45
48		Menghubungkan <i>Fan</i>	21,90	30,42
49		<i>Visual checking</i> Dan Repair Unit	14,66	20,37
50		Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju Meja <i>Vacuum Process</i>	2,51	3,49
51		Menunggu <i>Vacuum Process</i> Sampai Alat Ready	3,75	5,20

No	Proses	Aktivitas	Waktu Normal (Menit)	Waktu Standar (Menit)	
52	Evacuating And Charging	Setting Unit Pada Alat <i>Vacuum Process</i>	4,45	5,00	
53		<i>Vacuum Process</i>	6,10	6,85	
54		Memindahkan Unit Dari <i>Vacuum Process</i> Menuju <i>Charging Process</i>	1,42	1,59	
55		Setting Unit Untuk <i>Charging Process</i>	2,30	2,59	
56		<i>Charging Process</i>	5,97	6,70	
57		Memindahkan Unit Dengan <i>Trolley</i> Menuju <i>Chamber</i>	3,36	3,77	
58		GEK Testing	Memasukkan Unit Pada <i>Chamber</i>	2,30	2,59
59	Setting Mesin <i>Chamber</i>		2,22	2,50	
60	Functional Test Pada <i>Chamber</i>		35,55	39,94	
61	Menunggu Kondisi Stabil Untuk <i>Capacity Test</i>		11,49	12,91	
62	Setting Mesin Pada <i>Chamber</i> Untuk <i>Capacity Test</i>		2,15	2,42	
63	<i>Capacity Test</i>		48,11	54,05	
64	Mengeluarkan Unit Dari Mesin <i>Chamber</i>		3,35	3,77	
65	Memindahkan Unit Dengan <i>Mini range</i> Menuju <i>Area Packing</i>		3,34	3,75	
66	Finishing And Packing		Prepare Alat <i>Finishing</i> (Lap, Pembersih, Semprotan Udara Dll.)	1,27	1,47
67			<i>Finishing</i> Unit	14,20	16,51
68		Prepare Komponen <i>Packing</i> (Karton, <i>Plastic</i> Pembungkus, Pengikat, Solatip, Gunting Dll.)	7,95	9,24	
69		<i>Packing Process</i>	16,79	19,53	
70		Memindahkan Hasil <i>Packing</i> Ke Tempat Penyimpanan Dengan <i>Mini range</i>	2,26	2,63	

Lampiran 6. Desain Working Card Air Conditioner Unit GEK

Working Card Air Conditioner Unit GEK



No.	Keterangan	No.	Keterangan
1	Face Plate Assembly	13	Compressor
2	Guide Water Channel	14	Motor Support
3	Evaporator Assembly	15	Base
4	Fan Front Frame	16	Fan Frame
5	Knob	17	Axial Flow Fan
6	Fresh Air Door	18	Condenser Assembly
7	Electric Box	19	Enclosure
8	Electric Box Cover	20	Condenser Top Plate
9	Centrifugal Fan	21	Short Connecting Plate
10	Windtunnel Volute	22	Long Connecting Plate
11	Fan Cap	23	Evaporator Top Plate
12	Motor	24	Filtering Net