

**PENENTUAN JUMLAH OPERATOR BERDASARKAN
ANALISA BEBAN KERJA FISIK DENGAN
PERTIMBANGAN *CARDIOVASCULAR LOAD*
(Studi Kasus: Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember)**

SKRIPSI

KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

**DESSY NURVITARINI
NIM 115060705111001-67**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

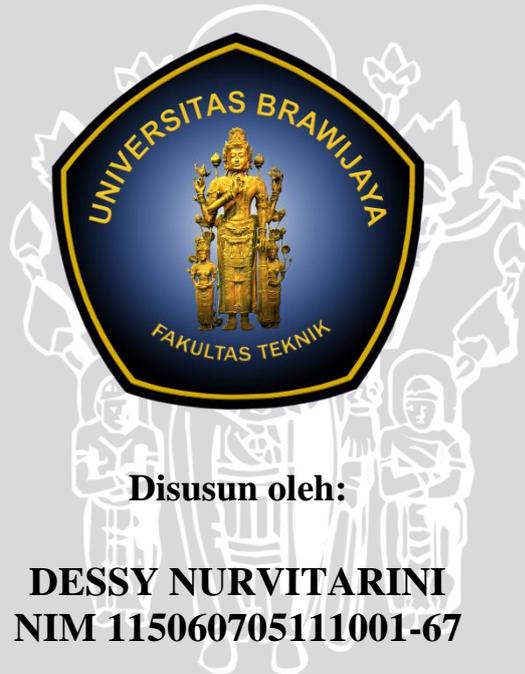
LEMBAR PERSETUJUAN

**PENENTUAN JUMLAH OPERATOR BERDASARKAN
ANALISA BEBAN KERJA FISIK DENGAN
PERTIMBANGAN *CARDIOVASCULAR LOAD*
(Studi Kasus: Pabrik Gondorukem dan Terpentin Garahan Jember)**

SKRIPSI

KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

**DESSY NURVITARINI
NIM 115060705111001-67**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Arif Rahman, ST., MT.
NIP. 19740528 200801 1 010**

**Rahmi Yuniarti, ST., MT.
NIP. 19840624 200812 2 004**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN JUMLAH OPERATOR BERDASARKAN
ANALISA BEBAN KERJA FISIK DENGAN
PERTIMBANGAN *CARDIOVASCULAR LOAD*
(Studi Kasus: Pabrik Gondorukem dan Terpentin GarahanJ ember)**

SKRIPSI

KONSENTRASI MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Disusun oleh :

**DESSY NURVITARINI
NIM 115060705111001-67**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 8 Mei 2015**

Penguji Skripsi 1

Penguji Skripsi 2

**Sugiono,ST.,MT., Ph.D
NIP. 19780114200501 1 001**

**Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741115 200604 1 002**

Penguji Skripsi 3

**Ir. Masduki, MM.
NIP. 130 350 754**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri**

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

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

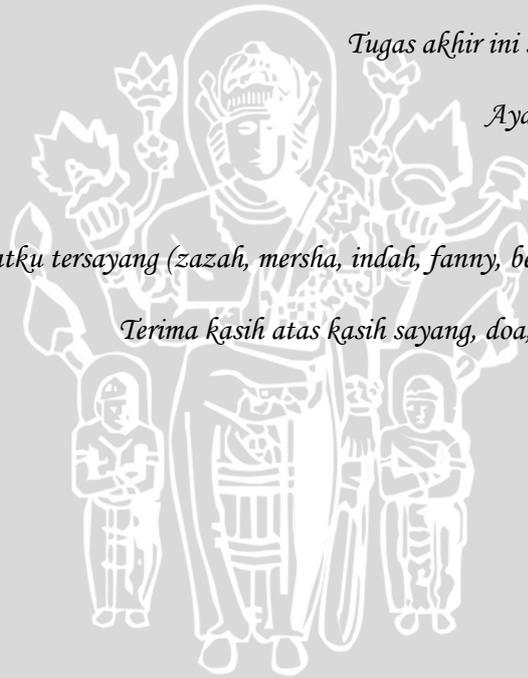
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan 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 unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 08 Mei 2015

**Mahasiswa
Dessy Nurvitarini
NIM. 115060705111001**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

Ayahanda dan Ibunda tercinta,

Adikku tersayang,

Sahabat-Sahabatku tersayang (zazah, mersha, indah, fanny, betha) dan Laskar sepuluhku.

Terima kasih atas kasih sayang, doa, semangat yang tiada henti.

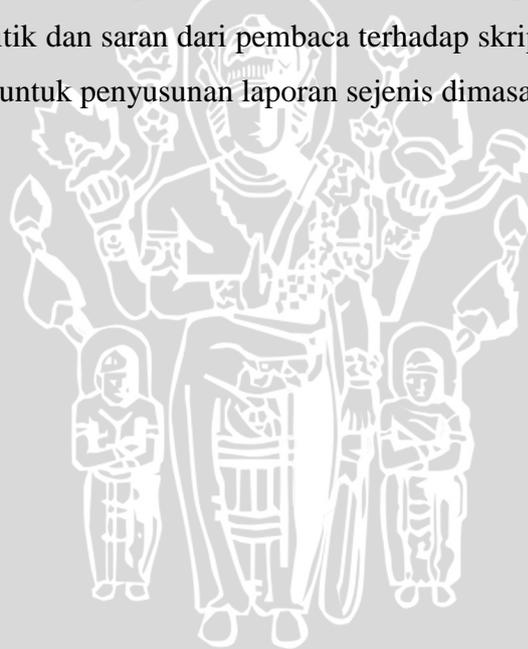
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Penentuan Jumlah Operator Berdasarkan Analisa Beban Kerja Fisik Dengan Pertimbangan *Cardiovascular Load*”. Dalam pembuatan laporan skripsi ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Secara khusus ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang telah memberi motivasi, ilmu, serta arahan kepada penulis.
2. Bapak Arif Rahman, ST., MT., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan masukan, ilmu yang sangat berharga, arahan, nasehat, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis.
3. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT., selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Konsentrasi Manajemen Sistem Industri yang telah memberikan saran dan arahan dalam menyusun skripsi ini.
4. Bapak Ir. Purnomo Budi Santoso, MSc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan dan nasehat yang berharga bagi penulis.
5. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II, terima kasih atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan nasehat, arahan, motivasi, ilmu yang berharga, serta selalu mengingatkan penulis untuk tetap semangat dan berdoa.
6. Bapak dan Ibu dosen pengamat/penguji pada Seminar Proposal, Seminar Hasil dan Ujian Komperhensif atas saran dan masukannya, serta seluruh Dosen Teknik Industri yang telah banyak mencurahkan ilmunya kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu penulis, H. Joko dan Hj. Sri Puji Rahayu yang telah mendidik, membimbing, memotivasi, memberikan semangat, dan selalu mendoakan penulis. Terima kasih atas kasih sayang dan kesabaran yang telah diberikan, serta pengorbanan dan perjuangan yang teramat besar demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis dimasa depan.

8. Adik penulis Octa Qamar Rachmawati, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
9. Bapak dan Ibu karyawan PGT. Garahan Jember, Bapak Dhani dan Bapak Asyrofiselaku pembimbing lapangan, yang telah memberikan kesempatan dan arahan kepada penulis untuk mengadakan penelitian.
10. Sahabatku Jincil yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk tetap berjuang dalam menjalani kehidupan. Sahabat tak lekang oleh waktu Laskar 10, Trini, Liyin, Lia, Berlanti, Esa, Manda, Bibun, Alip, yang selalu memberikan hiburan, motivasi, dan nasehat untuk tetap istiqomah dalam beribadah.
11. Teman-teman seperjuangan, Zahrina, Mersha, Fanny, Betha, Indah yang selalusaling mengingatkan dalam mengerjakan skripsi. Serta seluruh teman-teman Teknik Industri 2011 atas motivasi, dukungan, dan partisipasinya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca terhadap skripsi yang telah penulis susun ini demi perbaikan untuk penyusunan laporan sejenis dimasa yang akan datang.



Malang, Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Asumsi-asumsi	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Definisi Ergonomi	9
2.3 Beban Kerja.....	10
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja	10
2.5 Kelelahan.....	11
2.6 <i>Nordic Body Map</i>	12
2.7 <i>Cardiovascular Load</i>	13
2.8 Pengukuran Kerja.....	14
2.8.1 Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>).....	15
2.8.2 Prosedur Metode <i>Stopwatch Time Study</i>	16
2.9 Peta Kerja (<i>Process Chart</i>).....	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.3 Data dan Metode Pengumpulan Data.....	23
3.4 Langkah-langkah Penelitian	24
3.5 Diagram Penelitian	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	28
4.1.1 Struktur Organisasi	28
4.1.2 Visi dan Misi	29
4.1.3 Kebijakan Mutu Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember	29
4.1.4 Proses Produksi	29
4.1.5 Jenis Produk	32
4.2 Pengumpulan Data	34
4.2.1 Elemen Kerja	34
4.2.2 Data Denyut Nadi/Jantung	43
4.2.3 Data Frekuensi Beban Kerja	44
4.2.4 Data Pengamatan <i>Stopwatch Time Study</i>	47
4.2.5 Penentuan <i>Performance Rating</i>	53
4.2.6 Penentuan <i>Allowance</i>	54
4.3 Pengolahan Data	56
4.3.1 Perhitungan <i>Cardiovascular Load</i>	56
4.3.2 Uji Keseragaman Data	57
4.3.3 Uji Kecukupan Data	62
4.3.4 Perhitungan Waktu Baku	65
4.3.5 Perhitungan Jumlah Operator	68
4.4 Rekomendasi Penurunan Beban Kerja	69
4.5 Analisa dan Pembahasan	75
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR TABEL

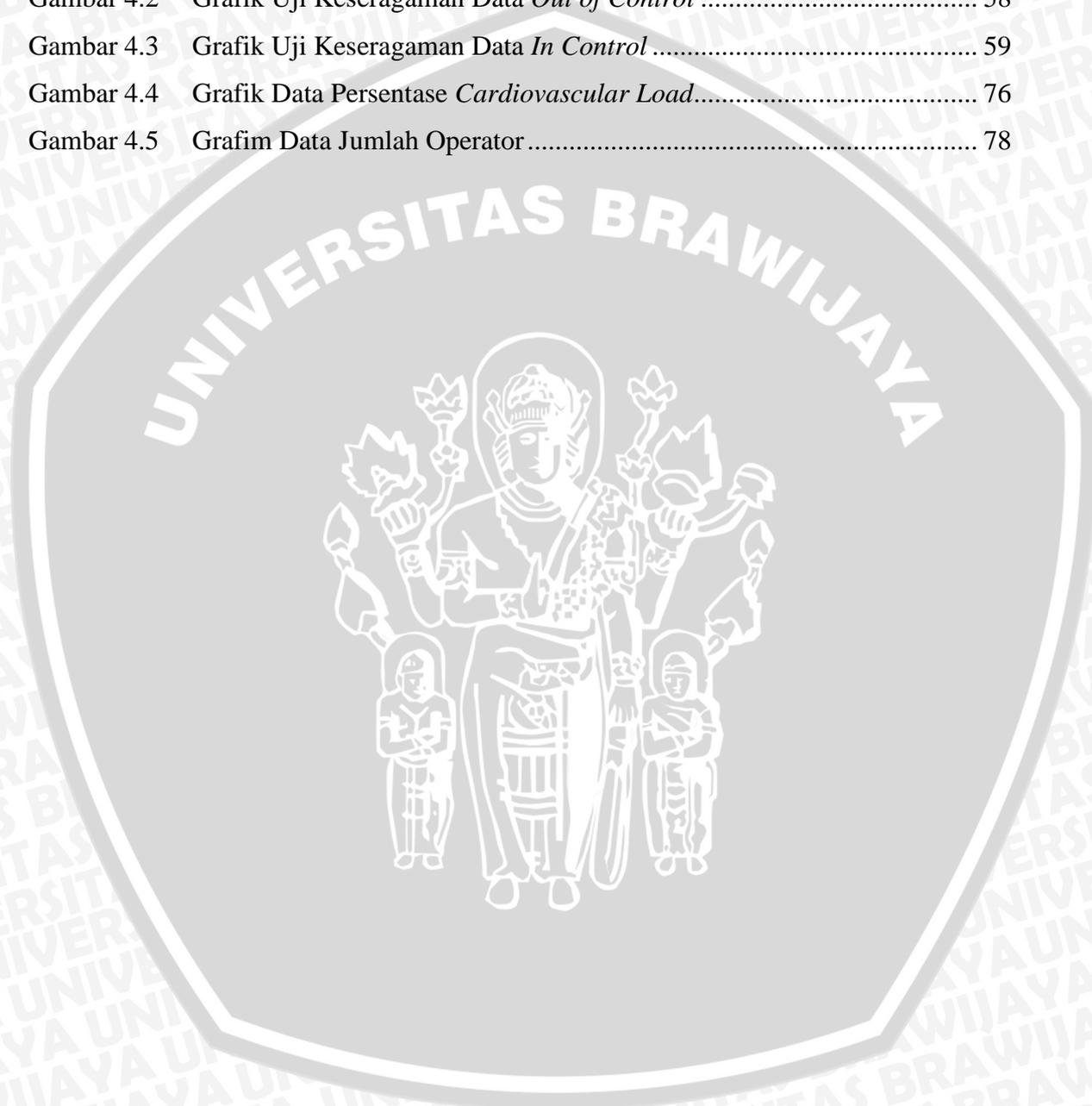
Tabel 1.1	Data Perbandingan Jumlah Operator dan Elemen Kerja	2
Tabel 1.2	Data Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	3
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2	Kategori Beban Kerja Berdasarkan Denyut Jantung	13
Tabel 2.3	Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL	14
Tabel 2.4	Tabel <i>Westinghouse System</i>	19
Tabel 4.1	Instruksi Kerja Operator Melter Atas	34
Tabel 4.2	Elemen Kerja Operator Melter Atas	35
Tabel 4.3	Instruksi Kerja Operator Melter Bawah	35
Tabel 4.4	Elemen Kerja Operator Melter Bawah	35
Tabel 4.5	Instruksi Kerja Operator Washer	36
Tabel 4.6	Elemen Kerja Operator Washer	37
Tabel 4.7	Instruksi Kerja Operator Pemasak	38
Tabel 4.8	Elemen Kerja Operator Pemasak	39
Tabel 4.9	Instruksi Kerja Operator Canning	40
Tabel 4.10	Elemen Kerja Operator Canning	41
Tabel 4.11	Instruksi Kerja Operator UPL	41
Tabel 4.12	Elemen Kerja Operator UPL	42
Tabel 4.13	Instruksi Kerja Operator Pengemasan dan Penyimpanan	42
Tabel 4.14	Elemen Kerja Operator Pengemasan dan Penyimpanan	43
Tabel 4.15	Data Rata-rata DNK dan DNI Operator	44
Tabel 4.16	Data Frekuensi Beban Kerja	44
Tabel 4.17	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Melter Atas	47
Tabel 4.18	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Melter Bawah	48
Tabel 4.19	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Washer	48
Tabel 4.20	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Pemasak	50
Tabel 4.21	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Canning	51
Tabel 4.22	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator UPL	51
Tabel 4.23	Data <i>Stopwatch Time Study</i> Operator Pengemasan dan Penyimpanan	52
Tabel 4.24	<i>Performance Rating</i> Operator	54
Tabel 4.25	<i>Allowance</i> Operator	55
Tabel 4.26	Perhitungan <i>Cardiovascular Load</i> Operator	57

Tabel 4.27 Rekap Uji Keseragaman Data.....	59
Tabel 4.28 Rekap Uji Kecukupan Data	62
Tabel 4.29 Perhitungan Waktu Baku	66
Tabel 4.30 Perhitungan Jumlah Operator	68
Tabel 4.31 Jumlah Tenaga Kerja Usulan.....	69
Tabel 4.32 <i>Gang Process Chart</i> Operator Canning.....	71
Tabel 4.33 Rekap Data Waktu Baku.....	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	4
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4.1	Diagram Alir Produksi Gondorukem dan Terpentin.....	32
Gambar 4.2	Grafik Uji Keseragaman Data <i>Out of Control</i>	58
Gambar 4.3	Grafik Uji Keseragaman Data <i>In Control</i>	59
Gambar 4.4	Grafik Data Persentase <i>Cardiovascular Load</i>	76
Gambar 4.5	Grafim Data Jumlah Operator	78



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	84
Lampiran 2	<i>Performance Rating Westinghouse System</i>	85
Lampiran 3	Tabel Waktu Kelonggaran (<i>Allowance</i>).....	88
Lampiran 4	Struktur Organisasi Pabrik Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember	90
Lampiran 5	Alur Proses Produksi Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember	91
Lampiran 6	Data Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) Operator Departemen Produksi PGT. Garahan Jember	92
Lampiran 7	Tabel <i>Gang Process Chart</i> Operator Washer	95
Lampiran 8	<i>Man and Machine Process Chart</i> Operator Pengemasan & Penyimpanan Lokasi A	97
Lampiran 9	<i>Operator Process Chart</i> Operator Pengemasan & Penyimpanan Lokasi B	98
Lampiran 10	Tabel <i>Gang Process Chart</i> Operator Washer dan Operator UPL.....	99
Lampiran 11	Perhitungan Jumlah Operator.....	102

RINGKASAN

Dessy Nurvitarini, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2015, *Penentuan Jumlah Operator Berdasarkan Analisa Beban Kerja Fisik Dengan Pertimbangan Cardiovascular Load*, Dosen Pembimbing : Arif Rahman dan Rahmi Yuniarti.

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember mengelola hasil hutan berupa getah pinus menjadi gondorukem (*resina colophonium*) dan terpentin. Departemen produksi mempunyai 7 *workstation* dengan 1 operator di setiap *workstation*. Di departemen produksi terjadi ketidakseimbangan beban kerja antar operator. Bahkan sebagian operator mendapatkan beban kerja berlebih. Sehingga menyebabkan operator tersebut mengalami kelelahan.

Penelitian dimulai dengan melakukan pengukuran beban kerja fisik dengan pendekatan ergonomi. Denyut jantung selama bekerja diukur untuk menilai *cardiovascular strain* operator. Pengukuran waktu kerja menggunakan metode *stopwatch time study* untuk menetapkan waktu baku pada setiap elemen kerja. Berdasarkan data denyut jantung, selanjutnya mengidentifikasi dan mengevaluasi *workstation* yang berindikasi operatornya mengalami beban kerja berlebih dan mempunyai resiko kelelahan. Kemudian menghitung kebutuhan operator di *workstation* yang operatornya bekerja terlalu berat, dari aspek beban kerja ataupun kuantitas elemen kerjanya.

Berdasarkan hasil perhitungan persentase *cardiovascular load* (%CVL), terdapat 2 operator mempunyai nilai %CVL > 30%. Operator *workstation* 5 dan 7 mempunyai nilai %CVL melebihi batas risiko kelelahan yaitu sebesar 31,58% dan 40,21%. Operator *workstation* 3 bekerja dengan kuantitas elemen kerja sangat banyak dibandingkan *workstation* lainnya. Hasil perhitungan kebutuhan operator pada *workstation* 3, 5, dan 7 menunjukkan perlunya penambahan operator sebanyak 1 orang di masing-masing *workstation*. Maka secara keseluruhan, direkomendasikan penambahan dari 7 operator menjadi 10 operator.

Kata Kunci : Beban Kerja Fisik, *Cardiovascular Load*, *Stopwatch Time Study*, Waktu Baku, Kebutuhan Operator

SUMMARY

DessyNurvitarini, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, UniversitasBrawijaya, 2015, *The Determination of The Number of Operators According to Physical Workload Analysis Based on Cardiovascular Load*, Supervisors: ArifRahman and RahmiYuniarti.

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) GarahanJemberprocesses pine exudation to produce gum resin (*resina colophonium*) and turpentine. Production Department has 7 workstations which each workstation is operated by 1 operator. In the production department, there were imbalance workload between operators. It was found that some operators have to work overload tasks and harmed operators to get fatigue.

This study conducted physical workload measurement and analysis with ergonomic approach. It measure the working heart rate to evaluate cardiovascular strain of operator. It use stopwatch time study on work measurement to determine standard time each work element. According to heart rate data, the operator had overload tasks and fatigue risk. Based on the data, the calculation can be carried out to the number of operators that required each workstation where operator works too hard on workload or work element aspects.

Based on the calculation results of the Cardiovascular Load Percentage (% CVL), there were two operators got the % CVL > 30%. Operators of workstation 5 and 7 have %CVL exceeding the fatigue risk, about 31.58% and 40.21%. Operator of workstation 3 has to carry out lot of work elements more than other workstations. According to the calculation results of the number of operators at workstation 3, 5, and 7, the study recommended to add 1 operator each workstation. Thus, it increase from 7 operators to 10 operators overall.

Keywords: Physical Workload, Cardiovascular Load, Stopwatch Time Study, Standard Time, Number of Operators.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat yang akan diperoleh dari penelitian, serta ruang lingkup penelitian meliputi batasan masalah dan asumsi yang akan digunakan dalam penelitian ini.

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan industri dan inovasi dalam dunia teknologi yang semakin berkembang pesat menuntut perusahaan menjadi lebih kompetitif dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan kinerjanya secara optimal untuk dapat mencapai tujuan dan bersaing di era globalisasi saat ini. Dalam hal ini, salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan sumber daya manusia didalam perusahaan. Sumber daya manusia merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam organisasi, karena kualitas organisasi sendiri sangat bergantung pada kualitas sumber daya manusia sebagai karyawan dan pelaku layanan dalam suatu organisasi (Zeithaml *et al.*, 1990, dalam Susanto, 2001:1).

Saat ini telah banyak perusahaan yang memberikan perhatian khusus pada efisiensi, efektifitas dan produktivitas pekerjaannya. Namun terlepas dari itu pekerja merupakan manusia yang memiliki kapasitas dalam bekerja. Salah satunya adalah adanya kelelahan saat bekerja. Rasa lelah yang terjadi dapat timbul dari beban kerja pekerjaan yang dilakukan sehari-hari. Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu. Setiap beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun mental pekerja yang menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan (Sastrowinoto, 1985:118).

Definisi kelelahan menurut Suma'mur (1996:67) adalah berkurangnya kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Menurut Tarwaka (2004:107) kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri (Nurmianto, 2004:269).

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah salah satu Pabrik milik Perum Perhutani yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang industri kehutanan. Perum Perhutani sendiri memiliki tanggung jawab sebagai pengelola kelestarian dan hasil hutan yang ada di Indonesia. PGT. Garahan Jember mengolah hasil hutan berupa getah pinus yang berasal dari 4 kabupaten yaitu Probolinggo, Jember, Bondowoso dan Banyuwangi. Produk utama PGT. Garahan Jember adalah gondorukem dan terpentin yang hasilnya nantinya akan diekspor keluar negeri dan dipasok ke beberapa konsumen. Gondorukem merupakan residu atau sisa dari hasil distilasi getah pinus yang berupa padatan berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Selama ini gondorukem lebih dikenal sebagai bahan proses pembuatan batik dan bahan untuk melekatkan patri atau solder, namun produk olahan gondorukem dapat dimanfaatkan untuk bahan pembuatan karet, tinta atau cat, sabun, plastik dan lain-lain. Sedangkan terpentin merupakan hasil distilasi atau penyulingan getah pinus dengan kandungan utama pada minyak terpentin adalah *Alpha Pinene* yang digunakan sebagai bahas pembuatan pewangi dan penyedap makanan.

Terdapat beberapa masalah pada departemen produksi yang salah satunya adalah permasalahan tentang beban kerja operator. Salah satunya penyebabnya adalah adanya ketidakseimbangan antara jumlah pekerjaan yang dilakukan oleh operator dengan jumlah operator yang tersedia. Terdapat beberapa stasiun kerja yang mengharuskan operator untuk menangani beberapa fasilitas produksi sekaligus dengan jumlah elemen kerja yang tidak sedikit dengan waktu setiap elemen yang relatif sama. Sebagai dugaan awal, semakin banyak elemen kerja maka akan berdampak pada ketidakseimbangan beban kerja yang diterima operator. Berikut ini data jumlah operator dan jumlah elemen kerja pada setiap stasiun kerja, yang harus dilakukan oleh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Perbandingan Jumlah Operator dan Elemen Kerja

Work Station	Jumlah Fasilitas Produksi	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Operator
1	2	7	1
2	1	4	1
3	6	29	1
4	4	15	1
5	1	13	1
6	2	6	1
7	2	15	1

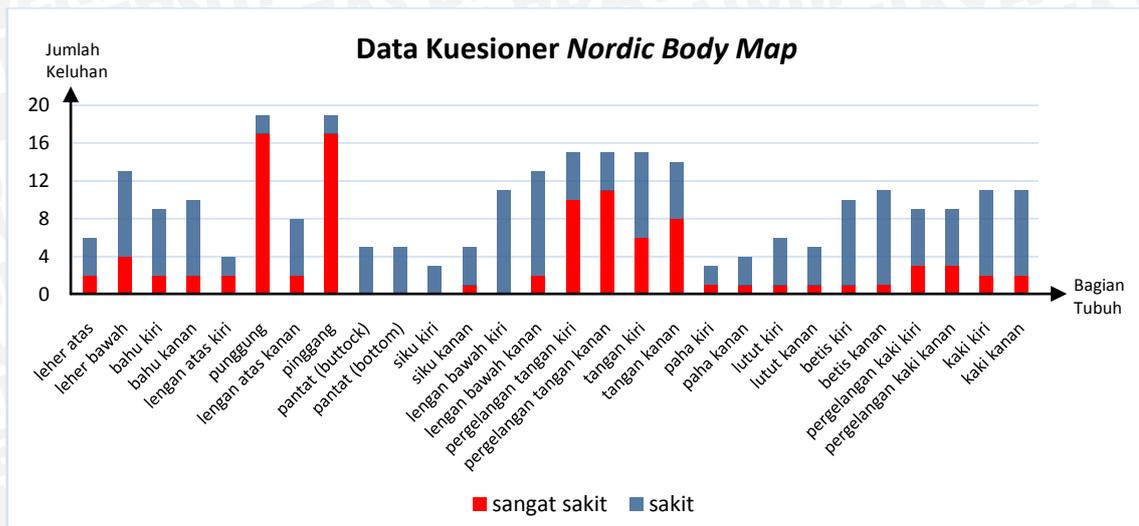
Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

Pada Tabel 1.1 di atas dapat dilihat bahwa terjadi ketidakseimbangan antara jumlah elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja dengan jumlah operator yang tersedia yaitu pada *work station* 3 yang memiliki 6 fasilitas produksi dengan jumlah elemen kerja sebanyak 29 elemen kerja yang ditangani oleh 1 operator. Selain itu, beban kerja yang diterima operator tidak dipertimbangkan oleh PGT. Garahan Jember. Ketidakseimbangan tersebut secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi produktivitas operator karena beban kerja yang diterima dapat mengakibatkan kelelahan pada operator. Beban kerja sendiri dibagi menjadi dua yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Berikut ini data keluhan sakit dan ketidaknyamanan pada tubuh operator yang diukur menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* yang dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Kusioner *Nordic Body Map*

No. Urut	Bagian tubuh	Tidak Sakit	Sedikit Sakit	Sakit	Sangat Sakit
1	Pinggang	0	6	2	17
2	Punggung	2	4	2	17
3	Pergelangan tangan kiri	6	4	5	10
4	Pergelangan tangan kanan	6	4	4	11
5	Tangan kanan	8	3	6	8
6	Tangan kiri	9	1	9	6
7	Leher bawah	5	7	9	4
8	Pergelangan kaki kiri	6	10	6	3
9	Pergelangan kaki kanan	6	10	6	3
10	Lengan bawah kanan	7	5	11	2
11	Kaki kiri	6	8	9	2
12	Kaki kanan	6	8	9	2
13	Bahu kanan	7	8	8	2
14	Bahu kiri	8	8	7	2
15	Lengan atas kanan	6	11	6	2
16	Leher atas	5	14	4	2
17	Lengan atas kiri	9	12	2	2
18	Betis kanan	6	8	10	1
19	Betis kiri	6	9	9	1
20	Lutut kiri	3	16	5	1
21	Lutut kanan	4	16	4	1
22	Siku kanan	10	10	4	1
23	Paha kanan	6	15	3	1
24	Paha kiri	6	16	2	1
25	Lengan bawah kiri	8	6	11	0
26	Pantat (bottom)	8	12	5	0
27	Pantat (buttock)	9	11	5	0
28	Siku kiri	11	11	3	0

Sumber: PGT. Garahan Jember (kuesioner)



Gambar 1.1 Data Kuesioner *Nordic Body Map*
Sumber: PGT. Garahan Jember (kuisisioner)

Dari data hasil kuesioner *Nordic Body Map* pada Tabel 1.2 yang diberikan kepada 25 operator PGT. Garahan Jember yang telah diurutkan mulai dari keluhan sangat sakit, sakit, sedikit sakit, kemudian tidak sakit. Dapat dilihat bahwa pinggang dan punggung merupakan bagian tubuh yang memiliki nilai keluhan sakit dan ketidaknyamanan yang paling tinggi. Untuk menangani permasalahan tersebut dilakukan pendekatan ergonomi untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik yang diderita oleh operator. Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang mempraktekkan teori, prinsip, data, dan metode dalam perancangan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia (*International Ergonomics Association, 2002*).

Pengukuran beban fisik diukur dengan pengukuran denyut nadi selama bekerja, dimana metode ini digunakan untuk menilai *cardiovascular strain* pekerja (Menuaba, 1996, dalam Tarwaka, 2004:101). Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh adalah cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Sastrowinoto, 1985:105). Kemudian setelah menilai persentase tingkat beban kerja fisik akan ditentukan jumlah pekerja atau operator dengan metode *time and motion study*. Menurut Wignjosobroto (2003:18) menjelaskan bahwa *time and motion study* adalah sebuah pembelajaran sistematis dari sistem kerja dengan tujuan mengembangkan sistem dan metode yang lebih baik, menentukan waktu baku, dan melatih operator. Teknik pengukuran *time and motion study* akan dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*). Dengan

konsep pendekatan pengukuran beban fisik dengan menggunakan denyut nadi kemudian menentukan jumlah operator menggunakan metode *stopwatch time study*, diharapkan mampu mengatasi ketidakseimbangan jumlah operator dan elemen kerja dari setiap stasiun kerja untuk mengurangi terjadinya beban kerja yang tinggi sehingga dapat mencegah dampak buruk bagi operator.

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Identifikasi masalah yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat ketidakseimbangan antara jumlah elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja yang ditangani oleh operator dengan jumlah operator yang tersedia sehingga menyebabkan beberapa operator menangani beberapa fasilitas produksi sekaligus.
2. Adanya gejala keluhan sakit dan ketidaknyamanan pada tubuh yang dialami operator pada departemen produksi PGT. Garahan Jember.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Dari identifikasi masalah yang telah dijabarkan, dirumuskan permasalahan yang akan menjadi topik pada penelitian ini, yaitu:

1. Berapa tingkat beban kerja fisik yang diterima operator departemen produksi PGT. Garahan Jember?
2. Berapa waktu baku yang dibutuhkan operator di setiap elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja departemen produksi PGT. Garahan Jember untuk menyelesaikan pekerjaannya?
3. Berapa jumlah operator yang direkomendasikan untuk mengurangi beban kerja operator departemen produksi PGT. Garahan Jember?

1.4 ASUMSI PENELITIAN

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pekerja yang diamati bekerja dalam performansi normal serta sehat.
2. Pekerja memiliki pengalaman kerja yang sama

1.5 TUJUAN PENELITIAN

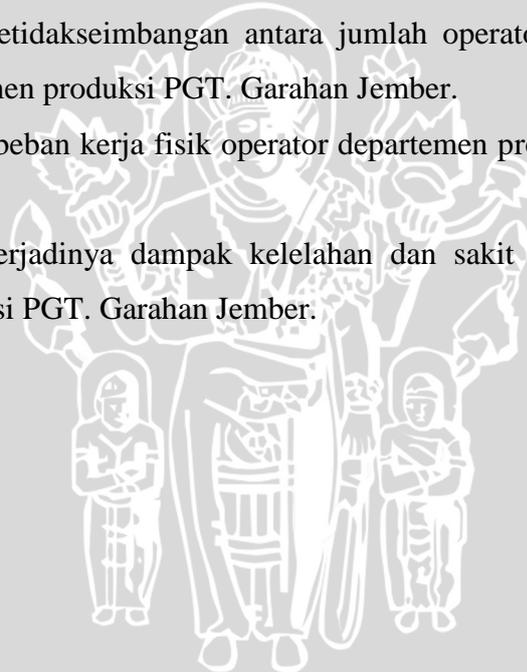
Dalam penelitian ini adapun tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tingkat beban kerja fisik yang diterima operator berdasarkan rata-rata denyut nadi/jantung operator departemen produksi PGT. Garahan Jember.
2. Menghitung waktu baku yang dibutuhkan operator di setiap elemen kerja di masing-masing stasiun kerja pada departemen produksi PGT. Garahan Jember.
3. Menentukan jumlah operator departemen produksi PGT. Garahan Jember guna mengurangi beban kerja yang diterima operator.

1.6 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat mengatasi ketidakseimbangan antara jumlah operator dan jumlah beban kerja pada departemen produksi PGT. Garahan Jember.
2. Dapat mengurangi beban kerja fisik operator departemen produksi PGT. Garahan Jember.
3. Dapat mencegah terjadinya dampak kelelahan dan sakit pada tubuh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka ini akan dibahas hal-hal mengenai landasan teori dan acuan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Tinjauan pustaka digunakan sebagai pedoman agar pelaksanaan penelitian terfokus pada tujuan yang ingin dicapai.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa penelitian yang sebelumnya telah dilakukan dengan menggunakan metode *cardiovascular load* untuk mengetahui beban kerja fisik yang digunakan untuk pertimbangan dalam menentukan jumlah operator berdasarkan waktu baku dari pengamatan menggunakan *stopwatch time study*, yang dijadikan referensi dalam penelitian ini. Berikut ini *review* dari beberapa penelitian sebelumnya.

1. Hima dan Umami (2011) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi Beban Kerja Operator Mesin Pada Departemen *Log and Veener Preparation* di PT. XYZ menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)* dengan pengukuran denyut nadi/jantung operator. Pada analisis %CVL, operator mesin *rotary* menerima beban kerja fisik terbesar yaitu 29,39%. Dari %CVL ini operator tersebut tidak perlu mendapatkan perbaikan karena tidak terjadi kelelahan. Nilai tersebut dapat dikatakan aman, tetapi perlu diwaspadai karena nilai tersebut mendekati angka 30%. Jika dibutuhkan perbaikan, maka perbaikan yang didapatkan berupa pemberian waktu istirahat tambahan di sela-sela jam kerja atau bisa juga dengan penambahan rekan kerja dengan kemampuan yang sama untuk mesin tersebut. Selain itu juga dapat diperbaiki dengan perbaikan metode kerja dan alat bantu.
2. Harryanto (2003) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan jumlah tenaga kerja dan fasilitas/peralatan yang dibutuhkan pada bagian *packing drum*. Dilakukan pengamatan dengan menggunakan metode *stopwatch time study* yang kemudian diperoleh penghematan 50% tenaga kerja yaitu sebanyak 2 orang dari jumlah tenaga kerja sebelumnya sebanyak 4 orang. Pada fasilitas/peralatan yang berubah *forklift* juga terjadi penghematan dari 2 unit menjadi 1 unit.
3. Wardaveira (2013) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan jumlah operator yang seharusnya digunakan *packaging primer* dan menjalankan

mesinnya untuk memenuhi permintaan pasar. Dilakukan pembuatan SOP dengan hasil waktu baku 154,02 detik. Analisa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada divisi *packaging* adalah 8 orang yang terbagi dalam 2 tim, dimana tiap tim terdiri atas 2 operator pada *packaging* primer dan 2 operator pada *packaging* sekunder. Waktu kerja yang telah ditentukan adalah 6 hari kerja per minggu dengan 2 *shift* per hari, 8 jam per *shift*. Tim 1 mendapat giliran *shift* pagi pada minggu pertama selama 6 hari kerja. Untuk tim 2 pada minggu ke-1 mendapatkan jadwal masuk pada *shift* siang selama 6 hari kerja dan untuk hari minggu perusahaan libur. Untuk minggu ke-2 selama 6 hari kerja, tim 2 akan mendapatkan jadwal masuk kerja pada *shift* pagi dan tim 1 akan mendapatkan jadwal masuk kerja pada *shift* siang. *Shift* akan berulang setiap 2 minggu sekali.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Hasil
Hima dan Umami (2011)	Evaluasi Beban Kerja Operator Mesin Pada Departemen <i>Log and Veener Preparation</i> di PT. XYZ	<i>Cardiovascular load</i> (CVL) dengan pengukuran denyut nadi/jantung	Pada analisis %CVL, operator mesin <i>rotary</i> menerima beban kerja fisik terbesar yaitu 29,39% sehingga tidak perlu mendapatkan perbaikan, tetapi perlu diwaspadai karena nilai tersebut mendekati angka 30%. Jika dibutuhkan perbaikan, maka dapat berupa pemberian waktu istirahat tambahan di sela-sela jam kerja atau penambahan rekan kerja dengan kemampuan yang sama untuk mesin tersebut.
Harryanto (2003)	Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Pengukuran Waktu Dengan Menggunakan Metode <i>Stopwatch Time Study</i> Pada Bagian <i>Packing Glycerine</i> di PT. Sinar Oleochemical International	<i>Stopwatch Time Study</i>	Terjadi penghematan tenaga kerja sebanyak 50% dan penghematan peralatan/fasilitas yaitu <i>forklift</i> sebesar 50% dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 2 orang dan <i>forklift</i> sebanyak 1 unit.
Wardaveira (2013)	Perencanaan Jumlah Operator dan Mesin Pada Divisi <i>Packaging</i> PT. Kimia Farma (Persero) Tbk. Unit Plant Watudakon Jombang	<i>Stopwatch Time Study</i>	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk <i>packaging</i> sekunder, akan dibuat usulan SOP untuk menyeragamkan metode kerja pada <i>packaging</i> sekunder dan dengan waktu baku selama 154,02 detik untuk dapat menentukan jumlah lintasan yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi pesanan. Setelah itu, dilakukan penjadwalan <i>shift</i> kerja untuk divisi <i>packaging</i> .

Pada Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan antara ketiga penelitian terdahulu dengan penelitian ini. Dimana pada penelitian ini penentuan jumlah operator pada setiap *work station* yang menggunakan metode *stopwatch time study* dengan mempertimbangkan analisa *cardiovascular load* untuk menunjukkan beban kerja fisik operator. Hasil dari *cardiovascular load* akan membuktikan bahwa penambahan jumlah operator akan sesuai dengan beban kerja fisik yang diterima operator selama bekerja, sedangkan hal tersebut tidak dilakukan oleh ketiga penelitian terdahulu.

2.2 DEFISINI EGONOMI

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (Kerja) dan *Nomos* (Hukum Alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai "*Human Factors*". Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli/profesional pada bidangnya misalnya ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri (*International Ergonomics Association*, 2002). Selain itu ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintahan, militer, dosen dan mahasiswa (Nurmianto, 2004:139).

Sutalaksana (2006:72) mendefinisikan istilah ergonomi yaitu suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman dan nyaman.

Definisi yang bisa dibuat untuk menjelaskan arti ergonomi seperti *human factors*, *human factors engineering*, *human engineering*, *engineering psychology*, *applied ergonomics*, *industrial ergonomics* dan/atau *industrial engineering*. Tujuan utamanya adalah memperoleh kesesuaian antara kebutuhan dengan rancangan, pengembangan,

implementasi dan evaluasi sistem manusia mesin serta lingkungan fisiknya agar lebih produktif, nyaman, aman dan memuaskan untuk penggunaannya (Wignjosoebroto, 2003:54).

2.3 BEBAN KERJA

Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh suatu unit organisasi atau pemegang jabatan dalam jangka waktu tertentu. Setiap beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun mental pekerja yang menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan. Kondisi lingkungan kerja (panas, bising, debu, bau zat-zat kimia) merupakan beban tambahan terhadap pekerja yang secara sendiri atau bersamaan dapat menimbulkan gangguan atau penyakit akibat kerja. Beban kerja sendiri meliputi beban kerja fisik dan mental (Hart& Wickens, 1990:64).

Akibat dari beban kerja yang terlalu berat atau kemampuan fisik yang terlalu lemah, dapat mengakibatkan seorang pekerja menderita gangguan atau penyakit akibat kerja. Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik, kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat bergantung dari tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan (Sama'mur, 1996:68).

2.4 FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BEBAN KERJA

Menurut Rodhal (1989:249) bahwa secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi beban kerja:

a. Beban kerja karena faktor eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja, meliputi:

1. Tugas-tugas (*task*)

Meliputi tugas bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, kondisi lingkungan kerja, sikap kerja, cara angkut beban yang diangkat.

Sedangkan tugas yang bersifat mental meliputi, tanggung jawab, kompleksitas pekerjaan, emosi pekerja dan sebagainya.

2. Organisasi Kerja

Organisasi kerja meliputi lamanya waktu kerja, waktu istirahat, *shift* kerja, sistem kerja dan sebagainya.

3. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja ini dapat memberikan beban tambahan yang meliputi, lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.

b. Beban kerja karena faktor internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal yang berpotensi sebagai *stressor*, meliputi:

1. Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan, dan sebagainya)
2. Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan sebagainya).

2.5 KELELAHAN

Menurut Wignjosoebroto (2003:283), kelelahan dapat diartikan sebagai suatu kondisi menurunnya efisiensi, performa kerja, dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan. Nurmianto (2004:264) membagi kelelahan menjadi 2 macam, yaitu:

1. Kelelahan Umum

Kelelahan umum ditandai dengan berbagai kondisi antara lain kelelahan visual yang disebabkan oleh iluminasi, luminasi dan seringnya akomodasi mata, kelelahan seluruh tubuh, kelelahan mental, kelelahan urat saraf, stress, dan rasa malas bekerja. Sebab-sebab kelelahan umum adalah monoton, intensitas dan lamanya bekerja, mental dan fisik, keadaan lingkungan, sebab-sebab mental seperti tanggung jawab, kekawatiran, dan konflik serta penyakit. Pengaruh-pengaruh ini berkumpul dalam tubuh dan mengakibatkan perasaan lelah.

2. Kelelahan Otot

Kelelahan otot ditunjukkan melalui gejala sakit nyeri yang luar biasa seperti ketegangan otot dari daerah sekitar sendi. Gejala kelelahan otot dapat terlihat pada gejala yang tampak dari luar (*eksternal sign*). Derajat berat beban kerja tidak hanya bergantung pada jumlah kalori yang dikonsumsi, akan tetapi juga bergantung pada jumlah otot yang terlibat pada pembebanan otot statis. Dalam suasana statis, aliran darah menurun, sehingga asam laktat terakumulasi dan mengakibatkan kelelahan otot lokal. Disamping itu juga dikarenakan beban otot yang tidak merata pada sejumlah jaringan tertentu yang pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja seseorang.

2.6 *NORDIC BODY MAP*

Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui keluhan sakit dan ketidaknyamanan pada para pekerja dan kuesioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi (Kroemer, 2001:341). Pengisian kuesioner *Nordic Body Map* ini bertujuan untuk mengetahui bagian tubuh dari pekerja yang terasa sakit sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan pada stasiun kerja. Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu:

1. Leher
2. Bahu
3. Punggung bagian atas
4. Siku
5. Punggung bagian bawah
6. Pergelangan tangan/tangan
7. Pinggang/pantat
8. Lutut
9. Tumit/kaki

Responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada atau tidaknya gangguan pada bagian-bagian tubuh tersebut. Jika diperlukan, gambar tubuh manusia dapat dibagi menjadi lebih teliti lagi menjadi 28 bagian tubuh seperti lengan atas bawah kiri dan lengan atas bawah kanan. Kuesioner *Nordic Body Map* ini diberikan

kepada seluruh pekerja yang terdapat pada stasiun kerja. Kemudian akan dihitung banyaknya jawaban yang diberikan oleh para responden dan dihitung persentase setiap anggota tubuh tersebut (Buana, 2013). Kuesioner *Nordic Body Map* dapat dilihat pada Lampiran 1 yaitu Kuesioner Penelitian.

2.7 CARDIOVASCULAR LOAD

Pengaturan laju detak jantung (*heart rate*) adalah aktivitas pengukuran yang paling sering diaplikasikan untuk mengukur berat atau ringannya kerja yang harus dilakukan oleh seorang pekerja (Wignjosoebroto, 2003:270). Pengukuran denyut nadi/jantung selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovascular strain* dengan metode 10 denyut. Dimana denyut nadi/jantung dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Denyut Jantung (Denyut/Menit)} = \frac{\text{waktu dalam 10 denyut}}{\text{waktu penghitungan (DNK)}} \times 60 \text{ (detik)} \quad (2-1)$$

Sumber: Tarwaka (2004:101)

Dimana hasil dari denyut nadi/jantung dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat beban kerja yang dialami oleh pekerja (Christense, 1991:169) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kategori Beban Kerja Berdasarkan Denyut Jantung

Kategori Beban Kerja	Denyut Jantung (denyut/min)
Sangat ringan	< 75
Ringan	75-100
Sedang	100-125
Berat	125-150
Sangat berat	150-175
Sangat berat sekali	>175

Sumber: Christense (1991:169), *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*

Ada 3 jenis denyut nadi/jantung yang digunakan untuk mengestimasi indeks beban kerja fisik yang terdiri dari beberapa jenis (Sastrowinoto, 1985:108), yaitu:

- Denyut Nadi Istirahat (DNI) adalah rata-rata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
- Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah rata - rata denyut nadi selama bekerja.
- Nadi Kerja (NK) adalah selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja.

Denyut nadi/jantung mempunyai peranan yang sangat penting didalam peningkatan *cardiovascular output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Untuk Denyut Nadi Maksimum (DNmax) adalah (220–umur) untuk laki-laki dan (200–umur) untuk perempuan. Manuaba (1996:157) dalam Tarwaka (2004:102) menentukan klasifikasi beban kerja yang dapat dilihat berdasarkan peningkatan denyut nadi/jantung karena beban kardiovaskular (*cardiovascular load* = %CVL). *Cardiovascular Strain* adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ CVL} = \frac{\text{DNK}-\text{DNI}}{\text{DN}_{\text{Max}}-\text{DNI}} \times 100 \quad (2-2)$$

Sumber: Tarwaka (2004:102)

Dari perhitungan %CVL kemudian dibandingkan dengan klasifikasi tingkat beban kerja yang telah ditetapkan pada tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL

% CVL	Klasifikasi %CVL
< 30%	Tidak terjadi kelelahan
30% - 60%	Diperlukan perbaikan
60% - 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% - 100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber: Tarwaka (2004:102)

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh adalah cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seiring dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Sastrowinoto, 1985:105). Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut nadi/jantung yaitu jenis kelamin, usia, berat badan, keadaan emosi atau psikis, kondisi kesehatan, kebiasaan atau aktivitas sehari-hari, sikap tubuh saat di ukur denyut nadinya, suhu atau temperatur udara disekelilingnya, dan konsumsi obat.

2.8 PENGUKURAN KERJA

Salah satu kriteria pengukuran kerja adalah pengukuran waktu (*time study*). Pengukuran kerja yang dimaksud adalah pengukuran waktu standar atau waktu baku. Pengertian umum pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki kemampuan rata-rata dan

terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 2003:169). Waktu standar ini sangat diperlukan untuk:

1. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja
2. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja
3. Estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan/pekerja
4. Indikasi keluaran/*output* yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja
5. Penentuan efektivitas pekerja atau mesin

Menurut Wignjosoebroto (2003:170), proses pengukuran waktu dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu, pengukuran waktu secara langsung dan tidak langsung. Disebut secara langsung karena pengamatan berada ditempat dimana objek sedang diamati. Pengamat secara langsung melakukan pengukuran atas waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang operator (objek utama) dalam menyelesaikan pekerjaannya. Pengukuran secara langsung terdiri dari dua cara, yaitu pengukuran dengan *stopwatch* dan sampel kerja. Sedangkan pengukuran waktu secara tidak langsung adalah pengamat tidak berada secara langsung di lokasi (objek) pengukur sehingga metode pengukur ini sering disebut dengan *predetermined time sistem* (PTS). Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam melakukan pengukuran kerja secara langsung dengan menggunakan metode *stopwatch time study*.

2.8.1 Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad ke-19 yang lalu. *Stopwatch time study* ini merupakan salah satu cara pengukuran kerja langsung yang merupakan teknik pengukuran kerja dengan menggunakan *stopwatch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan *allowances*. Metode ini terutama sangat cocok diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*) (Wignjosoebroto, 2003:171).

Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerja bagi semua pekerjaan yang sama. Metode pengukuran dengan jam

henti merupakan cara pengukuran yang objektif karena dalam hal ini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak hanya sekedar estimasi secara subjektif (Nurmianto, 2004:278).

2.8.2 Prosedur Metode *Stopwatch Time Study*

Aktivitas pengukuran kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) umumnya diaplikasikan pada industri manufaktur yang memiliki karakteristik kerja yang berulang-ulang (*repetitive*), terspesifikasi jelas, dan menghasilkan *output* yang relatif sama (Wignjosuebrototo, 2003:171). Secara garis besar, langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Memilih operator dan definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti *layout*, karakteristik/spesifikasi mesin, jumlah pekerja, peralatan kerja dan lain-lain.
2. Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
3. Amati, ukur, dan catat waktu yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut. Terdapat tiga metode umum yang digunakan dalam pencatatan waktu untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*), yaitu:

- a. *Continuous Timing* (pengukuran waktu secara terus menerus)

Tombol *stopwatch* ditekan pada saat awal elemen kerja dan terus dibiarkan berjalan selama periode studi. Pengamat terus melihat jalannya jarum *stopwatch* dan setiap awal/akhir dari sebuah elemen kerja ada mencatat kemudian menuliskannya di lembar pengamatan. Waktu setiap elemen kerja akan diperoleh dengan cara “pengurangan” dan dilakukan setelah studi pengukuran kerja selesai dilaksanakan.

- b. *Repetitive (Snap-back Method)*

Jarum penunjuk *stopwatch* selalu dikembalikan ke posisi nol setiap kali satu elemen kegiatan selesai dilaksanakan. Waktu yang diamati dan dicatat akan merupakan waktu yang sebenarnya. *Time study analyst* akan bisa mendeteksi dengan mudah adanya variasi perbedaan waktu dari setiap elemen kegiatan.

c. *Accumulative Timing*

Merupakan kombinasi cara pengukuran dengan metode *continuous dan snap-back* (pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan dua atau lebih *stopwatch* yang bekerja secara bergantian).

4. Tes Keseragaman Data

Tes keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu standar atau waktu baku. Tes keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara mengaplikasikan peta control (*control chart*). Tes keseragaman data dilakukan hanya untuk melihat data yang terkumpul dan mengidentifikasi data yang terlalu “ekstrim”. Berikut ini rumus batas kontrol atas dan batas kontrol bawah untuk tes keseragaman data:

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

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

Sumber: Wignjosoebroto (2003:195)

Dimana nilai k diperoleh indeks tingkat kepercayaan (*confidence level*) untuk tingkat kepercayaan tertentu. Untuk \bar{x} adalah rata-rata dan σ adalah standar deviasi.

5. Tes Kecukupan Data

Untuk mengetahui apakah data yang kita kumpulkan sudah cukup, harus dilakukan tes kecukupan data. Idealnya *sample* diambil dalam jumlah yang banyak, tetapi mengingat faktor waktu, biaya, tenaga, maka hal tersebut sulit dilakukan. Oleh karena itu digunakan istilah kepastian yang diinginkan oleh pengamat berkenaan dengan *sample* yang diambil tersebut (Wignjosoebroto, 2003:183). Jumlah pengamatan merupakan banyaknya data yang dibutuhkan sesuai dengan tingkat ketelitian dan kepercayaan yang ditetapkan serta berdasarkan persentase dari elemen kerja. Suatu data dikatakan cukup apabila $N' < N$. Berikut rumus dari jumlah pengamatan yang dibutuhkan dengan asumsi bahwa terjadinya kejadian seorang operator akan bekerja atau menganggur mengikuti pola distribusi normal:

$$N' = \left[\frac{k \sqrt{n \times \Sigma(x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2 \quad (2-5)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003:184)

Dimana:

N' = jumlah data yang harus diambil

n = jumlah pengamatan

s = persentase tingkat ketelitian

x = data waktu pengamatan (menit)

k = indeks tingkat kepercayaan (*confidence level*). Nilai $k = 2$ untuk tingkat kepercayaan 95%.

6. Waktu Siklus (W_s)

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produksi mulai dari bahan baku mulai diproses di stasiun kerja. Waktu siklus merupakan jumlah waktu tiap elemen kerja (*job*). Rumus waktu siklus adalah:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \quad (2-6)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003:184)

Dimana:

W_s = waktu siklus (menit)

X_i = waktu untuk mengamati (menit)

N = jumlah pengamatan

7. Waktu Normal (W_n)

Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dalam kondisi wajar dan kemampuan rata-rata (tidak cepat dan tidak lambat). Ketidaknormalan dari waktu kerja yang terjadi bisa diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya.

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata (bisa waktu siklus atau waktu tiap-tiap elemen) dengan waktu faktor penyesuaian. Rumus waktu normal adalah:

$$W_n = W_s \times p \quad (2-7)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003:200)

Dimana:

W_n = waktu normal (menit)

W_s = waktu siklus (menit)

P = faktor penyesuaian (*performance rating*)

Untuk menentukan faktor penyesuaian yang akan digunakan untuk menghitung waktu normal, digunakan metode *westinghouse system* mengarahkan penilaian pada empat faktor yang dianggap menentukan, yaitu:

1. *Skill* (keterampilan) adalah kemampuan mengikuti metode kerja yang ditetapkan.
2. *Effort* (usaha) adalah kemauan untuk bekerja secara efektif.
3. *Condition* (kondisi) adalah kondisi lingkungan kerja seperti suhu, udara, adanya ventilasi udara, pencahayaan yang baik, dan kebisingan.
4. *Consistency* (konsistensi) adalah kenyataan bahwa setiap pengukuran waktu menunjukkan hasil yang berbeda.

Sutalaksana (2006:160) membagi setiap faktor menjadi 6 kategori yang setiap faktor memiliki ciri-ciri yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Berikut adalah tabel *performance rating* dengan sistem *westinghouse system* yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Tabel *Westinghouse System*

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

Sumber: Barnes (1980:289)

8. Waktu Baku (Wb)

Waktu baku (*standard time*) merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 2003:170). Definisi lain dari waktu baku (*standard time*) adalah waktu yang harus mencakup waktu semua elemen dalam operasi

tersebut, akan tetapi banyak organisasi yang memiliki penilaian waktu baku pada setiap elemen kerja secara terpisah. Kemudian menentukan nilai *performance rating* serta *allowances* dalam menghitung waktu baku setiap elemen (Barnes, 1980:309). Kelonggaran waktu yang diberikan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan. Pertimbangan waktu longgar antara lain:

- Kelonggaran waktu untuk kebutuhan personal (*Personal Allowance*)
- Kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah (*Fatigue Allowance*)
- Kelonggaran waktu karena keterlambatan-keterlambatan (*Delay Allowance*)

Dari pertimbangan dalam penentuan *allowances* di atas, akan diklasifikasikan menjadi faktor-faktor yang berpengaruh dalam waktu kelonggaran, yang terdiri dari 7 faktor dan ditambah dengan kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (Sutalaksana, 2006:84). Untuk tabel waktu kelonggaran (*allowances*) dapat dilihat pada Lampiran 3. Berikut ini rumus dari *standart time* atau waktu baku:

$$Wb = Wn \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance} \quad (2-8)$$

Sumber: Wignjosoebroto. 2003. Hal:203

Dimana:

Wb = waktu baku (menit)

Wn = waktu normal (menit)

Allowance = kelonggaran yang diberikan

9. Jumlah Tenaga Kerja

Untuk menentukan jumlah pekerja optimal yang didasarkan pada analisis hubungan beban kerja operator dengan waktu rata-rata produksi setiap unit kegiatan yaitu pada rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{P}{D} \times T \quad (2-9)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2003:315)

Dimana:

N = jumlah tenaga (orang)

P = jumlah beban kerja per periode waktu

D = jam kerja yang tersedia (jam)

T = waktu standar (jam)

2.9 PETA KERJA (*PROCESS CHART*)

Peta kerja atau sering disebut Peta Proses (*process chart*) merupakan alat yang baik untuk menganalisa suatu operasi kerja dengan tujuan mempermudah atau menyederhanakan proses kerja yang ada. Disamping itu juga merupakan alat yang penting guna menetapkan urutan proses yang seharusnya dilaksanakan dan menetapkan lokasi, mesin, serta personil yang diperlukan untuk masing-masing langkah pengerjaan tersebut (Wignjosoebroto, 2003:124). Peta kerja diklasifikasikan menjadi 2 yaitu, peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kerja keseluruhan dan peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kerja setempat.

Untuk peta kerja keseluruhan terdapat berbagai macam peta kerja yang umum digunakan untuk menganalisa proses kerja secara keseluruhan yaitu, Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*), Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*), Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*), dan Diagram Alir (*Flow Diagram* atau *String Diagram*). Kemudian untuk peta kerja setempat yang digunakan untuk menganalisa dan memperbaiki proses kerja yang ada dalam suatu stasiun kerja, dimana peta kerja setempat akan digunakan dalam penelitian ini yang meliputi:

1. Peta Pekerja dan Mesin (*Man and Machine Process Chart*)

Peta pekerja mesin akan menunjukkan hubungan waktu kerja antara siklus kerja operator (pekerja) dan siklus operasi dari mesin atau fasilitas kerja lainnya yang ditangani oleh pekerja dan mesin ini sering bekerja secara bergantian. Informasi paling penting yang diperoleh dari peta pekerja dan mesin ini adalah hubungan yang jelas antara waktu siklus bekerja operator dan waktu operasi mesin yang ditanganinya. Dengan informasi ini maka akan didapatkan data untuk menyelidiki, menganalisa, dan memperbaiki stasiun kerja manusia dan mesin dengan jalan menyeimbangkan kerja mereka (Wignjosoebroto, 2003:143).

2. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*)

Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) yang merupakan alat yang baik guna menetapkan jumlah operator yang seharusnya dibutuhkan untuk mengoperasikan mesin atau proses secara efektif. Peta Kelompok Kerja dilaksanakan dengan jalan membagi elemen kerja yang ada di antara anggota kelompok secara optimal dan menetapkan tugas masing-masing didalam mengoperasikan fasilitas kerja yang ada.

Segala deskripsi yang berkaitan dengan elemen kerja operator seperti *loading*, *unloading*, operasi kerja, maupun *idle* akan dicantumkan dan juga waktu baku untuk masing-masing elemen kerja tersebut (Wignjosoebroto, 2003:148).

3. Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (*Left and Right Process Chart*) atau Peta Operator (*Operator Process Chart*)

Peta operator adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia didalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Pembuatan peta operator ini baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang (*repetitive*) dan dilakukan secara manual (Wignjosoebroto, 2003:150).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menjelaskan bagaimana kajian dalam penelitian ini dilakukan. Metode penelitian ini terdiri dari jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, tahap pendahuluan, sumber data, rancangan eksperimen, rencana penelitian, dan diagram alir penelitian.

3.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian kuantitatif analisis. Penelitian kuantitatif analisis merupakan penelitian yang dimana membuktikan teori dan meneliti data yang diambil dalam sampel dari populasi kemudian di uji data tersebut, lalu di analisis berdasarkan *output* dari pengolahan data selanjutnya mencoba untuk memberikan solusi permasalahan yang ada supaya memperoleh hasil yang lebih baik dari sebelumnya (Umar, 2008:36). Penelitian ini memusatkan perhatian pada kasus penggunaan metode *stopwatch time study* yang digunakan untuk menentukan jumlah operator dengan mempertimbangkan beban kerja fisik berdasarkan *cardiovascular load* operator pada departemen produksi PGT. Garahan Jember.

3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perum Perhutani Pabrik Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember yang dilaksanakan pada bulan September 2014 – April 2015.

3.3 DATA DAN METODE PENGUMPULAN DATA

Data yang diambil dalam penelitian ini berupa data elemen kerja operator, data denyut nadi/jantung operator, data frekuensi beban kerja, dan data *stopwatch time study* pada setiap elemen kerja masing-masing stasiun kerja. Data tersebut didapatkan dengan cara pengamatan atau observasi langsung kepada operator departemen produksi PGT. Garahan Jember. Dimana pengumpulan data dilakukan selama 8 jam kerja pada setiap operator. Untuk data denyut nadi/jantung didapatkan dengan menggunakan alat bantu *heart rate monitor* berupa jam tangan yang digunakan oleh operator selama pengamatan berlangsung, sedangkan untuk data *stopwatch time study* didapatkan dengan menggunakan alat bantu *stopwatch*.

3.4 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa permasalahan yang ingin diteliti adalah untuk mengidentifikasi jumlah operator yang seharusnya ada pada setiap stasiun kerja dengan metode *stopwatch time study*, yang didasarkan pada tingkat beban kerja fisik yang diterima operator berdasarkan rata-rata denyut nadi/jantung operator PGT. Garahan Jember sehingga nantinya dapat diberikan rekomendasi jumlah operator. Berikut ini tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Studi lapangan

Pada tahap ini dilakukan studi lapangan atau *survey* lapangan untuk mengetahui permasalahan apa yang sebenarnya terjadi pada operator PGT. Garahan Jember untuk memperoleh kerangka berpikir dalam menyelesaikan masalah yang akan dipelajari.

2. Studi Pustaka

Sumber dari studi kepustakaan yang digunakan dalam penelitian ini berupa buku, jurnal maupun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan masalah beban kerja fisik atau studi ilmu ergonomi. Tujuan pada tahapan ini adalah untuk mengidentifikasi metode-metode apa yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang ada pada departemen produksi PGT. Garahan Jember melalui literatur-literatur yang berkaitan.

3. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah berdasarkan pengamatan yang dilakukan didasarkan dengan landasan teori yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan. Masalah yang timbul adalah adanya keluhan kelelahan dan sakit yang timbul pada tubuh operator. Setelah identifikasi masalah telah diperoleh, selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan rumusan masalah yang akan menjadi fokus dalam penelitian ini.

4. Perumusan Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk menghitung beban kerja fisik, waktu baku dan jumlah operator yang ada pada departemen produksi PGT. Garahan Jember. Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan nantinya akan menunjukkan tujuan dari penelitian ini.

5. Penetapan Tujuan

Tujuan penelitian ini ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Dimana tujuan penelitian adalah untuk mengetahui berapa beban kerja fisik dan waktu baku pada operator PGT. Garahan Jember sehingga dapat diketahui jumlah operator. Hal ini ditunjukkan untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan data dan analisis hasil pengukuran selanjutnya.

6. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dilakukan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi perusahaan. Selain itu pada tahap pengumpulan data dibutuhkan data-data sebagai berikut:

- a. Data jumlah operator dan fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja.
- b. *Job Description* dari setiap operator.
- c. Data kuisisioner *Nordic Body Map*.
- d. Data pengukuran denyut nadi/jantung operator departemen produksi.
- e. Data pengamatan *stopwatch time study* operator untuk menentukan waktu baku.

7. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan kemudian dilakukan pengolahan data dengan metode yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi yang meliputi:

- a. Melakukan pengolahan data hasil pengukuran denyut nadi/jantung (*cardiovascular load*).
- b. Melakukan pengolahan data pengamatan *stopwatch time study* untuk menentukan waktu baku.
- c. Melakukan perhitungan jumlah operator berdasarkan dari hasil pengamatan *stopwatch time study*.

8. Analisa dan Pembahasan

Adapun tahapan analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisis deskriptif yang bertujuan menjelaskan dan mendeskripsikan hasil dari pengamatan berupa tingkatan beban kerja fisik yang diderita oleh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi/jantung.

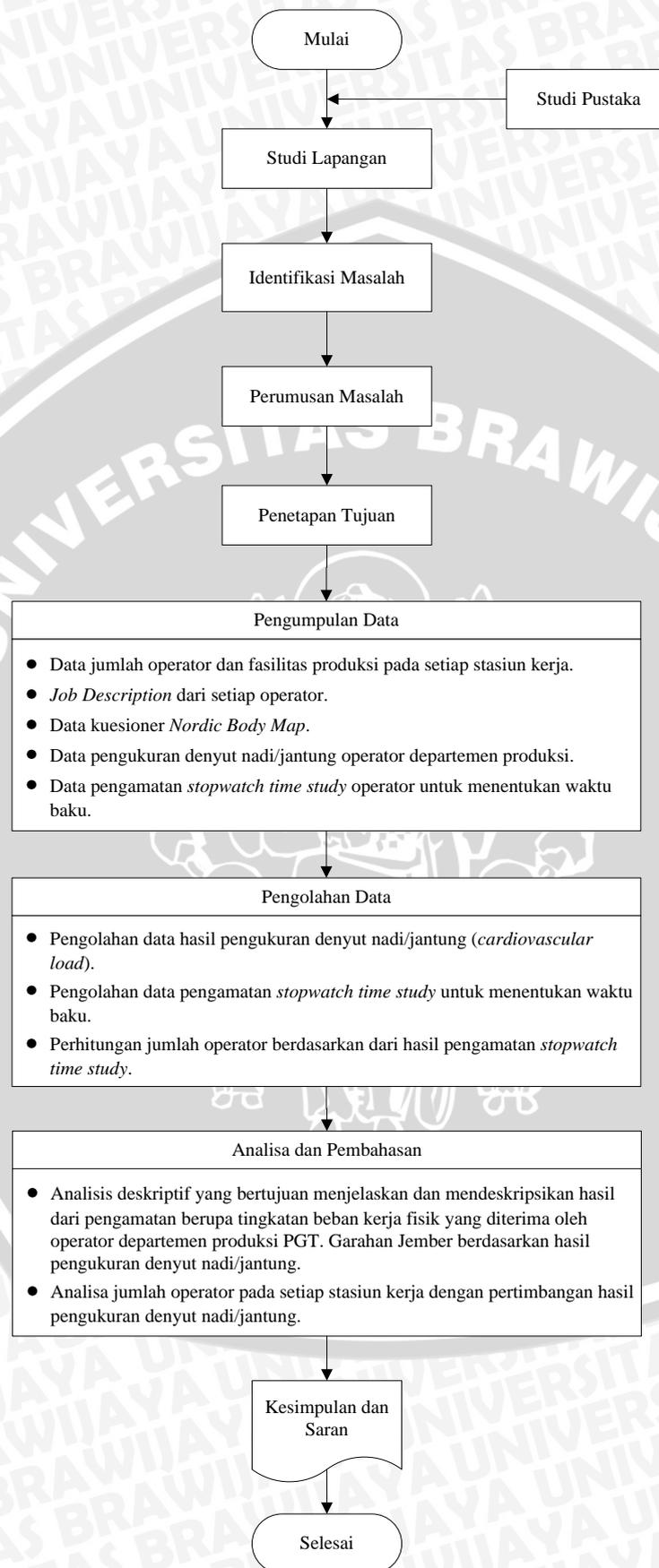
b. Analisa jumlah operator pada setiap stasiun kerja dengan pertimbangan hasil pengukuran denyut jantung.

9. Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian ini yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan, dan analisa yang menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan.



3.5 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

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

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) yang pertama didirikan pada tahun 1982 berada dipetak 5b RPH. Garahan BKPH. Sempolan KPH. Jember. Dulunya sarana dan prasarana instalasi proses pabrik masih sederhana dengan sistem pengolahan pengembalian cairan yang dikeluarkan separator menuju ketel masak untuk meminimalkan kehilangan air (kohobasi). Namun saat ini sistem pengolahan menggunakan cara pemisahan bahan kimia atau zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih (destilasi). Adapun kapasitas produksi dari Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) yaitu maksimal 16.500 ton getah per tahun.

4.1.1 Struktur Organisasi

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah salah satu pabrik milik Perum Perhutani yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Sehingga semua peraturan tentang kepegawaian masih diatur oleh Pemerintah. Kegiatan operasional pabrik didukung oleh tenaga kerja yang masing-masing memiliki tugas, wewenang, dan tanggung jawab yang berbeda.

Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember dipimpin oleh seorang Kepala Pabrik yang memiliki wewenang dan tanggung jawab penuh atas rencana kerja dan kegiatan-kegiatan operasional dalam melaksanakan pengawasan dan pengendalian proses produksi. Karyawan Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember berjumlah 60 orang yang terdiri dari 25 orang pegawai, 19 orang pekerja pelaksana dan 6 orang tenaga *outsourcing*. Berikut ini struktur organisasi Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Lampiran 4.

4.1.2 Visi dan Misi

Visi Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah:

“Menjadi Pengelola Hutan Lestari Untuk Sebesar-besarnya Kemakmuran Rakyat”

Misi Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah:

1. Mengelola sumber daya hutan dengan prinsip pengelolaan hutan lestari berdasarkan karakteristik wilayah dan daya dukung Daerah Aliran Sungai, meningkatkan manfaat hasil hutan kayu dan bukan kayu, ekowisata, jasa lingkungan, agroforestry serta potensi usaha berbasis kehutanan lainnya guna menghasilkan keuntungan untuk menjamin pertumbuhan perusahaan berkelanjutan.
2. Membangun dan mengembangkan perusahaan, organisasi serta sumber daya manusia perusahaan yang modern, profesional, dan handal, memberdayakan masyarakat desa hutan melalui pengembangan lembaga perekonomian koperasi masyarakat desa hutan atau koperasi petani hutan.
3. Mendukung dan turut berperan serta dalam pembangunan wilayah secara regional, serta memberikan kontribusi secara aktif dalam penyelesaian masalah lingkungan regional, nasional, dan internasional.

4.1.3 Kebijakan Mutu Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember

Kebijakan Mutu Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember adalah:

1. Berdasarkan Prinsip Pengelolaan Hutan Lestari Melalui Kelola Sosial, Kelola Produksi, dan Kelola Lingkungan secara Seimbang Menjamin Pengelolaan Sumber Daya Hutan.
2. Menjamin kualitas produk barang dan jasa demi kepuasan pelanggan.
3. Meningkatkan kinerja manajemen menuju manajemen berkualitas dan profesional secara berkesinambungan.

4.1.4 Proses Produksi

Proses produksi dilakukan untuk mendapatkan 2 macam produk, yaitu Gondorukem dan Terpentin yang berasal dari bahan baku getah pinus jenis *merkusil*.

Pada proses produksi operator bekerja selama 8 jam/hari dengan hari kerja dari Senin sampai dengan Sabtu. Berikut ini proses produksi pada Pabrik Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terbagi menjadi 7 proses.

1. Pengenceran

Pada Tangki Melter dilakukan proses awal pembuatan Gondorukem yaitu proses pengenceran getah pinus. Getah pinus yang masuk didalam Tangki Melter akan dicampur dengan Terpentin sebanyak $\pm 40\%$ dari volume getah dengan tujuan untuk pengenceran getah pinus menjadi larutan getah. Kemudian dipanaskan, serta diaduk sampai rata hingga mencapai suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ kemudian diendapkan ± 10 menit.

2. Pemisahan Sampah Organik

Setelah dilakukan pengenceran getah pinus, maka dilakukan pemisahan sampah organik (serasah). Getah yang sudah dipisahkan dari sampah organik kemudian di pompa ke Tangki Melter dan sampah organik yang tertinggal di Tangki Melter dibuang ke tempat pengumpulan serasah (*warehouse serasah*).

3. Pencucian

Pada Tangki Mixer panaskan getah yang sudah dicampur dengan air kemudian diendapkan ± 10 menit. Setelah itu, pompa getah ke Tangki Scrubbing dengan dicampuri Asam Oksalat $\pm 2\text{kg/ton}$ getah melewati *filter gaf (mesh filter)* untuk dilakukan penyaringan. Setelah larutan getah berada di Tangki Scrubbing, getah dipanaskan dan dicampur dengan air dan diendapkan ± 10 menit. Lalu *blow down* (memisahkan antara air, limbah kotoran halus dan larutan getah dengan cara membuka *valve* pada tangki untuk mengeluarkan limbah), kemudian pindahkan ke Tangki Washer melalui *filter gaf*. Larutan getah dicampur lagi dengan air dan dipanaskan dan diendapkan ± 10 menit untuk memisahkan antara larutan getah, kotoran halus, dan air (pencucian akhir). Setelah larutan getah terlihat jernih, larutan getah di pompa menuju Stock Tank melalui *filter gaf*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui volume larutan getah yang akan dimasak di Tangki Pemasak.

4. Pemasakan

Setelah larutan getah berada di Stock Tank, larutan getah tersebut diambil sampelnya untuk diuji di laboratorium untuk mengetahui kualitas larutan getah yang akan dimasak. Apabila *Quality Control (QC)* menunjukkan standar yang sudah ditentukan maka larutan getah dipompa ke Tangki Pemasak melalui *filter gaf*. Larutan getah yang berada di Tangki Pemasak dipanaskan menggunakan *close steam, open*

steam dan *vacum*. Pemanasan menggunakan *close steam* dengan tekanan $\pm 8 - 9 \text{ kg/cm}^2$ dan *open steam* dengan tekanan $1,5 \text{ kg/cm}^2$ sampai dengan tercapai suhu $\pm 170^\circ\text{C}$.

5. Canning

Setelah di masak, larutan getah dipindahkan ke Tangki Penuangan untuk di tuangkan ke dalam drum Gondorukem untuk dilakukan pengemasan dan larutan Terpentin hasil pemasakan dipindahkan ke Tangki Terpentin. Dalam satu kali proses produksi akan dilakukan canning (pengisian drum) ± 13 drum, tergantung pada banyaknya bahan baku yang ada pada departemen persediaan.

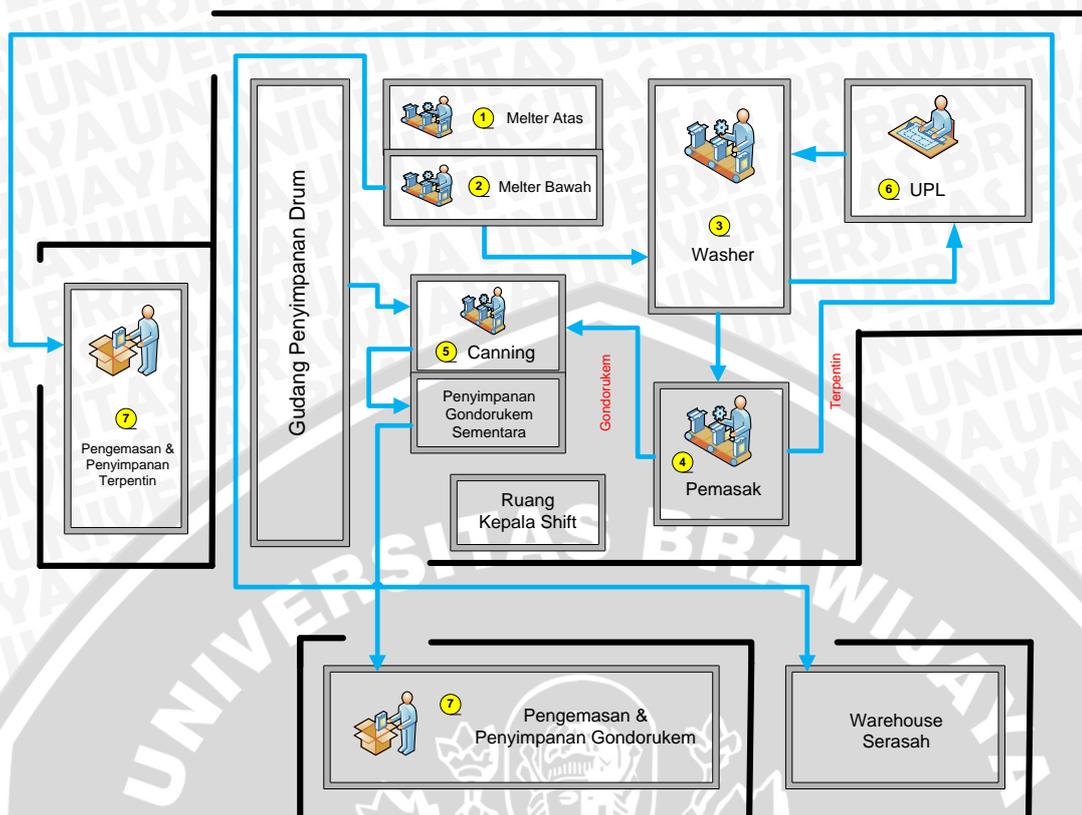
6. Pengolahan Limbah

Pada proses ini, limbah dari hasil pencucian getah dan cucian lantai produksi akan di daur ulang kembali atau dilakukan proses pengolahan limbah yang berupa larutan getah. Pengolahan limbah dilakukan dengan pemanasan dan pengendapan larutan getah. Setelah dilakukan pengendapan, getah akan di kirim menuju Tangki Setler untuk dilakukan proses pencucian kembali.

7. Pengemasan dan Penyimpanan

Proses pengemasan dilakukan untuk 2 produk hasil produksi yaitu gondorukem dan minyak terpentin. Pengemasan dilakukan oleh satu orang operator dengan 2 lokasi pengemasan yang berbeda untuk 2 produk tersebut. Untuk produk gondorukem, dapat dilakukan pengemasan setelah menunggu selama ± 3 hari dari proses canning. Hal ini bertujuan agar suhu larutan gondorukem dapat turun (dingin) sehingga membuat larutan gondorukem berubah menjadi padatan dan dapat dengan mudah di kemas. Pengemasan gondorukem lakukan secara manual oleh operator, sedangkan untuk larutan terpentin pengemasan dilakukan dengan mengisi drum dengan larutan terpentin yang berasal dari Tangki Persediaan Terpentin. Produk akan disimpan pada tempat yang sama dan nantinya akan diangkut oleh truk untuk dipasarkan kepada konsumen.

Untuk gambar alur proses produksi dari setiap tangki yang ada pada departemen produksi, dapat dilihat pada Lampiran 5. Sedangkan untuk alur proses produksi yang digambarkan dengan *layout* lantai produksi dari *workstation* 1 sampai dengan *workstation* 7, dapat dilihat pada alur proses produksi gondorukem dan terpentin pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Alir Produksi Gondorukem dan Terpentin

4.1.5 Jenis produk

Terdapat dua jenis produk yang dihasilkan oleh Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember, yaitu:

1. Gondorukem

Gondorukem merupakan residu atau sisa dari hasil distilasi getah pinus yang berupa padatan berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Faktor utama yang menentukan mutu gondorukem adalah warna, titik lunak, dan kadar kotoran. Di Indonesia telah dibuat standarisasi mengenai mutu gondorukem yang dikelompokkan yaitu Mutu Utama atau Grade “X”, Mutu Pertama atau Grade “WW”, Mutu Kedua atau Grade “WG”, dan Mutu Ketiga atau Grade “N”.

Warna gondorukem disebut dengan X (*Rex*) untuk warna yang paling jernih, kemudian WW (*Water White*) untuk warna yang beningnya seperti air, WG (*Window Glass*) untuk warna yang bening, dan N (*Nancy*) untuk warna kuning kecoklat-coklatan. Untuk titik lunak (*Softening Point*) adalah ukuran kekerasannya yang ditunjukkan dengan derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$), sedangkan kadar kotoran ditunjukkan dalam persen (%)

adalah kotoran-kotoran halus yang terkandung dalam gondorukem. Spesifikasi dari produk gondorukem adalah:

- Titik lunak (*Softening Point*) : 78 °C – 82 °C
- Warna (*Colour*) : X – WG
- Kadar kotoran (*Impurity*) : 0,02% - 0,04%
- Bilangan asam (*Acid Value*) : 160 – 190
- Bilangan penyabunan (*Saponification Value*) : 170 – 220
- Kadar abu (*Ash Content*) : 0,01% - 0,04%

Gondorukem yang selama ini dikenal sebagai bahan proses pembuatan batik dan bahan untuk melekatkan patri atau solder. Namun pada kenyataannya gondorukem mempunyai kegunaan lain yang bernilai ekonomis tinggi yaitu sebagai pelapis kertas, bahan *additive*, tinta *printing*, industri ban, isolasi alat elektronik, keramik, semir sepatu, sabun, plastik, vernis, cat, dan lem.

2. Terpentin

Minyak terpentin merupakan hasil distilasi atau penyulingan getah pinus. Kandungan utama pada minyak terpentin adalah *Alpha Pinene*. Minyak terpentin hasil olahan dari getah pinus haruslah memenuhi beberapa persyaratan untuk dapat masak dalam klasifikasi mutu yang distandarisasikan yaitu Mutu Utama dengan tanda Mutu A dan Mutu Standar dengan tanda Mutu B. Penentuan mutu terpentin tersebut ditentukan dari warna yang jernih, tidak mengandung kotoran dan air, kandungan *Alpha Pinene*, dan bau yang khas. Warna jernih yang dimiliki oleh terpentin sedikit lebih keruh jika dibandingkan dengan air, hal ini dibuktikan dengan nilai indeks bias terpentin yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai indeks bias air (nilai indeks bias air = 1,333). Spesifikasi dari produk terpentin sendiri adalah:

- Berat jenis (*Specific Gravity*) : 0,848 – 0,865 kg/m³
- Indeks bias (*Refractive Index*) : 1,464 – 1,478
- Warna (*Colour*) : Jernih
- Kadar *Alpha Pinene* (*Alpha Pinene Content*) : 80% - 85%
- Titik nyala (*Flash Point*) : 33°C – 38°C

Terpentin yang semula hanya dikenal sebagai pelarut cat yang harganya rendah, ternyata dari terpentin ini bila diproses lebih lanjut dapat menghasilkan komponen

Alpha Pinene yang bernilai ekonomis tinggi dan menjadi bahan baku industri parfum, kosmetik, farmasi, kamper, desinfektan, dan lain-lain.

4.2 PENGUMPULAN DATA

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berupa data elemen kerja operator, data denyut nadi/jantung operator, data frekuensi beban kerja, dan data pengamatan *stopwatch time study* pada setiap elemen kerja masing-masing stasiun kerja. Pada pengamatan *stopwatch time study* juga akan ditentukan besar *performance ranting* dan *allowances* dari setiap operator.

4.2.1 Elemen Kerja

Penentuan elemen kerja pada setiap stasiun kerja departemen produksi didapat dari Instruksi Kerja Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember. Pada departemen produksi PGT. Garahan Jember terdapat 7 stasiun kerja yang pada masing-masing stasiun kerja ditangani oleh 1 orang operator, yaitu:

1. Operator Melter Atas (*work station 1*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Melter Atas Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.1, dimana Operator Melter Atas menangani 2 fasilitas produksi.

Tabel 4.1 Instruksi Kerja Operator Melter Atas

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Talang getah	1. Cek alat kerja dan kondisi Talang Getah
	2. Bersihkan bagian dalam Talang Getah
	3. Isi cairan getah $15 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ dari batas atas
	4. Getah siap kirim ke Tangki Melter
	5. Alirkan getah ke Tangki Melter untuk proses selanjutnya
Tangki Melter	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Melter
	2. Alirkan getah dari Talang Getah
	3. Isi terpentin 900-1.100 liter
	4. Panasi sampai suhu maksimal $85 \text{ }^\circ\text{C}$

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.2 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Melter Atas.

Perbedaan jumlah Instruksi Kerja dan elemen kerja yang ada pada operator, disesuaikan dengan kondisi lapangan dan proses produksi yang sedang berlangsung.

Tabel 4.2 Elemen Kerja Operator Melter Atas

No.	Elemen Kerja
1.	Cek peralatan Talang Getah
2a.	Buka valve pengisian cairah getah
2b.	Tutup valve pengisian cairah getah
3a.	Buka valve pengisian Tangki Melter
3b.	Tutup valve pengisian Tangki Melter
4.	Cek peralatan Melter
5a.	Buka valve pengisian terpentin
5b.	Tutup valve pengisian terpentin
6a.	Buka valve pemanas
6b.	Tutup valve pemanas
7.	Catat isi terpentin

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

2. Operator Melter Bawah (*work station 2*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Melter Bawah Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.3, dimana Operator Melter Bawah menangani 1 fasilitas produksi.

Tabel 4.3 Instruksi Kerja Operator Melter Bawah

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Tangki Melter	1. Lakukan pengendapan minimal 5 menit
	2. Alirkan cairan getah bersih melalui pipa <i>output</i> Ø 2 ke Mixer
	3. Sisa cairan yang tidak bisa dipompa melalui pipa Ø 2, dialirkan melalui strainer 1000 µ dan strainer 600 µ ditampung di Tangki Setler
	4. Keluarkan air dan sampah, selanjutnya dipatuskan ditempat pematusan.
	5. Semprot sampah dengan air
	6. Timbang sampah
	7. Catat hasil kerja pada form

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.4 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Melter Bawah.

Tabel 4.4 Elemen Kerja Operator Melter Bawah

No.	Elemen Kerja
1a.	Buka valve pipa <i>output</i> menuju Tangki Mixer
1b.	Tutup valve pipa <i>output</i> menuju Tangki Mixer
2a.	Buka valve pipa <i>output</i> menuju Tangki Setler
2b.	Tutup valve pipa <i>output</i> menuju Tangki Setler
3.	Keluarkan air dan sampah
4.	Semprot sampah dengan air dan membersihkan stasiun kerja

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

3. Operator Washer (*work station 3*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Melter Bawah Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.5, dimana Operator Washer menangani 6 fasilitas produksi.

Tabel 4.5 Instruksi Kerja Operator Washer

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Filter gaf	1. Cek alat kerja dan kondisi <i>filter gaf</i>
	2. Bersihkan bagian dalam tangki
	3. Pasang <i>filter gaf</i> tangki sesuai ukuran
	4. Tutup kembali dan ikat/keraskan rapat-rapat
	5. Cuci bila tekanan pompa di atas 2 kg/cm ²
	6. Ukuran filter yang dipakai : <ul style="list-style-type: none"> • 100 μ 4 BSL \leq 600 ton/getah • 10 μ 2 BSL \leq 600 ton/getah • 1 μ 1 BSL \leq 600 ton/getah
	7. Catat hasil kerja <i>filter gaf</i> pada form
Tangki Asam Oksalat	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Asam Oksalat
	2. Timbang asam oksalat 1-2 kg/ton getah
	3. Tuang asam oksalat ke dalam tangki dan larutkan dengan air
	4. Bila larutan getah kelihatan putih (sedikit kotoran), maka pemakaian asam oksalat mendekati minimal dan bila larutan getah kelihatan kuning kecoklatan (banyak kotoran), pemakaian asam mendekati maksimal
	5. Kirim ke Tangki Mixer
	6. Catat hasil kerja Tangki Asam Oksalat
Tangki Setler	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Setler
	2. Tutup valve <i>blow down</i> dan pengiriman larutan getah
	3. Isikan larutan getah hasil endapan
	4. Endapkan minimal 15 menit
	5. <i>Blow down</i> kotoran
	6. Isi air 250 liter
	7. Panasi sampai ujung ventilasi keluar uap
	8. Pengendapan minimal 10 menit
	9. <i>Blow down</i> kotoran
	10. Kirim ke Tangki Mixer melalui <i>filter gaf</i>
	11. Tidak dicampur dengan larutan rencana mutu X
	12. Catat hasil kerja Tang Setler
Tangki Mixer	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Mixer
	2. Kirim larutan getah dari Tangki Melter atau Tangki Setler
	3. Tambahkan asam dari Tangki asam oksalat
	4. Isi air 200 – 250 ltr
	5. Aduk dengan <i>open steam</i> 3-5 menit
	6. Lakukan pengendapan 5- 10 menit
	7. Lakukan <i>Blow down</i> air dan kotoran 5 – 10 menit
	8. Siap kirim ke Tangki Scrubbing melalui 100 μ <i>filter gaf</i>
	9. Catat hasil kerja Tangki Mixer
Tangki Scrubbing	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Scrubbing
	2. Isi larutan getah dari Mixer
	3. Isi air 200 - 250 liter
	4. Aduk dengan <i>open steam</i> 3 - 5 menit
	5. Endapkan 5 – 10 menit
	6. <i>Blow down</i> kotoran sampai kelihatan getah bersih
	7. Getah siap kirim ke Tangki Washer
	8. Catat hasil kerja Tangki Scrubbing

Tabel 4.5 Instruksi Kerja Operator Washer (lanjutan)

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Tangki Washer	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Washer
	2. Isi air 200 - 250 liter
	3. Panaskan air ± 5 menit atau ventilasi mengeluarkan asap
	4. Kirim larutan getah dari Tangki Scrubbing
	5. Lakukan pengendapan 5 – 10 menit
	6. <i>Blow down</i> kotoran 5 – 10 menit
	7. Ajukan inspeksi ke QC status uji hasil proses pencucian
	8. Jika dinyatakan “OK” oleh QC kirim larutan getah ke Stock Tank melalui <i>filter gaf</i>
	9. Apabila dinyatakan “NO OK”, ulangi kembali perlakuan pencucian
	10. Cuci <i>filter gaf</i> jika tekanan pompa di atas 2 kg/cm ²
	11. Ganti filter bila telah mencapai target/rusak
	12. Catat hasil kerja pada form

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.6 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Washer.

Tabel 4.6 Elemen Kerja Operator Washer

No.	Elemen Kerja
1.	Lepas <i>filter gaf</i>
2.	Bersihkan <i>filter gaf</i>
3.	Cuci pompa
4.	Pasang <i>filter gaf</i>
5.	Timbang asam oksalat
6.	Tuang dan mengaduk larutan dengan air
7a.	Buka valve pengiriman larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer
7b.	Tutup valve pengiriman larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer
8.	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Setler
9a.	Buka valve <i>blow down</i> Tangki Setler
9b.	Tutup valve <i>blow down</i> Tangki Setler
10a.	Buka valve pipa air Tangki Setler
10b.	Tutup valve pipa air Tangki Setler
11a.	Tekan tombol on <i>open steam</i> Tangki Setler
11b.	Tekan tombol off <i>open steam</i> Tangki Setler
12a.	Buka valve pengiriman getah Tangki Setler menuju Tangki Mixer
12b.	Tutup valve pengiriman getah Tangki Setler menuju Tangki Mixer
13.	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Mixer
14a.	Buka valve pipa air Tangki Mixer
14b.	Tutup valve pipa air Tangki Mixer
15a.	Buka valve <i>steam</i> Tangki Mixer
15b.	Tutup valve <i>steam</i> Tangki Mixer
16a.	Buka valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Tangki Mixer
16b.	Tutup valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Tangki Mixer

Tabel 4.6 Elemen Kerja Operator Washer (lanjutan)

No.	Elemen Kerja
17a.	Buka valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing
17b.	Tutup valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing
18.	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Scrubbing
19a.	Buka valve pipa air Tangki Scrubbing
19b.	Tutup valve pipa air Tangki Scrubbing
20a.	Tekan tombol on <i>open steam</i> Tangki Scrubbing
20b.	Tekan tombol off <i>open steam</i> Tangki Scrubbing
21a.	Buka valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Scrubbing
21b.	Tutup valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Scrubbing
22.	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Washer
23a.	Buka valve pengiriman getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer
23b.	Tutup valve pengiriman getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer
24a.	Buka valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Washer
24b.	Tutup valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Washer
25a.	Buka valve pipa air Tangki Washer
25b.	Tutup valve pipa air Tangki Washer
26a.	Buka valve <i>steam</i> Tangki Washer
26b.	Tutup valve <i>steam</i> Tangki Washer
27a.	Buka valve ventilasi Tangki Washer
27b.	Tutup valve ventilasi Tangki Washer
28a.	Buka valve larutan menuju Stock Tank
28b.	Tutup valve larutan menuju Stock Tank
29.	Catat hasil kerja pada WS 3

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

4. Operator Pemasak (*work station 4*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Pemasak Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.7, dimana Operator Pemasak menangani 4 fasilitas produksi.

Tabel 4.7 Instruksi Kerja Operator Pemasak

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Stock Tank	1. Cek alat kerja dan kondisi Stock Tank
	2. Tutup valve <i>blow down</i>
	3. Isikan larutan getah bersih dari Tangki Washer
	4. Endapkan minimal ± 10 menit dan <i>blow down</i> kandungan air sebelum cairan getah dikirim ke Ketel Masak
	5. Sebelum getah dikirim ke Tangki Pemasak dilakukan pengambilan cairan larutan getah
	6. Kirim larutan getah ke Tangki Masak melalui <i>filter gaft</i> (secara bertahap sampai getah habis)
	7. Catat hasil kerja pada form

Tabel 4.7 Instruksi Kerja Operator Pemasak (lanjutan)

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Tangki Masak	1. Cek alat kerja terkait dan kondisi Tangki Masak
	2. Tutup saluran <i>blow down</i> ketel
	3. Tutup semua ventilasi dan <i>blow down</i> tangki-tangki yang berkaitan dengan ketel masak
	4. Hidupkan pompa <i>vacum</i>
	5. Masukkan larutan getah dari Stock Tank
	6. Memasukkan getah ± 10 menit atau getah menutupi spiral <i>close steam</i> bisa dibuka
	7. Buka valve <i>close steam</i> untuk pemanasan secara bertahap
	8. Buka valve <i>open steam</i> , tekanan tidak boleh lebih dari 2 kg/cm ²
	9. Amati ketinggian getah setiap minimal 15 menit sekali
	10. Tanda gondorukem masak : <ul style="list-style-type: none"> • Aliran terpentin sangat kecil • Suhu cairan gondorukem 170 \pm 5 °C • Tekanan <i>vacum</i> -60 s/d -65 cm Hg
	11. Tutup valve <i>open</i> dan <i>close steam</i>
	12. Matikan pompa <i>vacum</i>
	13. Buka ventilasi
	14. Buka/alirkan cairan gondorukem ke Tangki penuang
	15. Catat hasil kerja kepada Ka. Shift
Tangki <i>Vacum</i>	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki <i>Vacum</i>
	2. Tutup saluran <i>blow down</i> dan ventilasi
	3. Hidupkan pompa <i>vacum</i>
	4. Amati selama proses
	5. Buka ventilasi dan <i>blow down</i> setelah akhir proses
	6. Catat tekanan <i>vacum</i>
Tangki Terpentin I	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Terpentin I
	2. Tutup: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Blow down</i> • Kran induk • Kran ventilasi
	3. Amati aliran proses Terpentin
	4. Apabila terpentin sudah penuh (kaca pengamatan atas terendam terpentin) kirim ke Tangki Terpentin II
	5. Apabila terdapat produk terpentin tidak sesuai maka terpentin tersebut dikirim ke Tangki terpentin umpan Melter digunakan proses pengenceran

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.8 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Pemasak.

Tabel 4.8 Elemen Kerja Operator Pemasak

No.	Elemen Kerja
1.	Cek Stock Tank dan Tangki Masak
2a.	Buka valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Stock Tank
2b.	Tutup valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Stock Tank
3.	Ambil sampel larutan di Stock Tank
4a.	Buka semua ventilasi
4b.	Tutup semua ventilasi

Tabel 4.8 Elemen Kerja Operator Pemasak (lanjutan)

No.	Elemen Kerja
5a.	Hidupkan pompa <i>vacum</i>
5b.	Matikan pompa <i>vacum</i>
6a.	Buka valve larutan getah dari Stock Tank ke ketel masak
6b.	Tutup valve larutan getah dari Stock Tank ke ketel masak
7a.	Buka valve <i>close steam</i>
7b.	Tutup valve <i>close steam</i>
8a.	Buka valve <i>open steam</i>
8b.	Tutup valve <i>open steam</i>
9a.	Buka valve pipa uap
9b.	Tutup valve pipa uap
10.	Ambil sampel larutan yang telah dimasak
11a.	Buka valve <i>blow down</i> menuju Tangki Penuang
11b.	Tutup valve <i>blow down</i> menuju Tangki Penuang
12a.	Buka valve <i>blow down</i> , kran induk, ventilasi Tangki Terpentin
12b.	Tutup valve <i>blow down</i> , kran induk, ventilasi Tangki Terpentin
13.	Cek larutan terpentin
14a.	Buka valve pengiriman terpentin
14b.	Tutup valve pengiriman terpentin
15.	Catat hasil kerja pada WS 4

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

5. Operator Canning (*work station 5*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Pemasak Pabrik Gondrukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.9, dimana Operator Canning menangani 1 fasilitas produksi.

Tabel 4.9 Instruksi Kerja Operator Canning

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
	1. Cek drum Gondrukem
	2. Cuci drum dengan air bagian luar dan dalam dengan air dan lap pel
	3. Cek drum satu per satu bagian luar dan dalam
	4. Pastikan dalam drum kondisi bagus dan tidak ada kotoran/benda asing didalam drum
	5. Apabila masih ada yang kotor (banyak debu dan tanah), maka cuci kaleng kembali dan drum dalam kondisi siap pakai
	6. Tuntaskan sisa air dalam kaleng
	7. Drum kaleng diberi identitas: nomor urut masak, nomor urut kaleng dan tanggal
Tangki Penuangan dan Pengisian Gondrukem	1. Cek alat kerja dan kondisi Tangki Penuang gondrukem
	2. Tutup kran induk
	3. Tuangkan cairan gondrukem kedalam Tangki Penuang sampai habis
	4. Letakkan drum di atas palet dan diisi dari nomor drum terkecil
	5. Sebelum dilakukan pengisian kedrum, lakukan pengendapan ± 15 menit dan lakukan pengisian gondrukem kedalam kemasan dengan berat 240 kg netto pastikan sebelum melakukan pengisian timbangan pada angka 0 (nol)
	6. Setiap pengisian per drum timbangan dinolkan
	7. Catat volume di buku bantu bila ada kemasan yang berisi tidak penuh dan penambahannya dilaksanakan pada <i>canning</i> berikutnya dengan mutu yang sama
	8. Tangki Penuang dikembalikan pada posisi semula

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.10 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Canning.

Tabel 4.10 Elemen Kerja Operator Canning

No.	Elemen Kerja
1.	Cuci drum dengan air
2.	Bawa drum dari gudang persediaan menuju stasiun kerja <i>canning</i>
3.	Cek bagian dalam dan luar drum gondorukem
4.	Beri nomor drum dengan sablon
5.	Beri tanggal pada drum dengan spidol
6.	Tata drum dalam palet (1 palet = 4 drum)
7.	Letakkan tutup drum
8.	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Penuang
9.	Letakkan/menarik palet pada timbangan
10.	Tarik pipa penuang menuju timbangan
11.	Isi drum dengan larutan getah
12.	Bersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem
13.	Catat volume pengisian drum pada setiap proses

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

6. Operator UPL (*work station 6*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Unit Pengolahan Limbah (UPL) Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.11, dimana Operator UPL menangani 2 fasilitas produksi.

Tabel 4.11 Instruksi Kerja Operator UPL

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
Bak penampung getah	1. Cek alat kerja
	2. Hasil <i>blow down</i> dari Tangki Mixer, Setler, Scrubbing, cucian lantai ditampung pada Tangki penampung limbah
	3. Pengendapan ± 10 menit
	4. Hasil pengendapan, air di <i>blow down</i> , limbah yang masih mengandung larutan getah dan terpentin ditampung pada bak penampung
Tangki penampung Limbah	5. Untuk limbah yang masih mengandung getah & terpentin tetapi diperkirakan tidak bisa didaur ulang di Tangki Setler, maka dikirim ke bak limbah untuk proses GTM
	6. Apabila bak penampung penuh dari hasil pengendapan dikirim ke Tangki Setler
	7. Catat hasil kerja Pengolahan Limbah pada <i>log book</i>

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.12 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang

kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Unit Pengolahan Limbah (UPL).

Tabel 4.12 Elemen Kerja Operator UPL

No.	Elemen Kerja
1.	Cek alat kerja
2a.	Buka valve larutan getah dari Tangki Penampung Limbah menuju bak penampung getah
2b.	Tutup valve larutan getah dari Tangki Penampung Limbah menuju bak penampung getah
3a.	Buka valve larutan dari bak penampungan getah menuju Tangki Setler
3b.	Tutup valve larutan dari bak penampungan getah menuju Tangki Setler
4a.	Buka valve larutan dari cucian lantai
4b.	Tutup valve larutan dari cucian lantai
5a.	Buka valve bak penampungan getah menuju instalasi limbah
5b.	Tutup valve bak penampungan getah menuju instalasi limbah
6.	Catat proses pengolahan limbah

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

7. Operator Pengemasan dan Penyimpanan (*work station 7*)

Berikut ini data Instruksi Kerja Operator Unit Pengemasan dan Penyimpanan Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.13, dimana Operator UPL menangani 2 fasilitas produksi.

Tabel 4.13 Instruksi Kerja Operator Pengemasan dan Penyimpanan

Fasilitas Produksi	Instruksi Kerja
	1. Pengepresan kemasan drum dilakukan 3 hari setelah canning
	2. Pastikan gondorukem dalam kaleng sudah dingin dengan melihat daftar pemasakan.
	3. Letakkan alat pengepresan di atas tutup drum
	4. Mengeling tutup dengan bibir lubang drum, dilakukan dengan penekanan pinggiran tutup drum agar tertutup rapat.
	5. Meratakan bentuk kerucut drum dengan bentuk kaleng gondorukem
	6. Bersihkan dan kumpulkan serpihan gondorukem yang tercecceh dilantai proses, gudang I dan gudang II, selanjutnya diproses ulang melalui Tangki Melter
Tangki Terpentin	1. Buka valve <i>output</i>
	2. Pompa terpentin dari Tangki 30 ke Tangki persediaan melalui filter cartridge
	3. Perhatikan penunjuk skala ukuran Tangki jika bandul berada dibawah berarti isi hampir penuh
	4. Tutup valve jika isi penuh dan matikan pompa
	5. Atur drum di atas palet
	6. Periksa <i>cartridge polyser</i>
Isotank	1. Mencatat angka awal START ON dan angka akhir FINISH OFF pada <i>flow meter</i>
	2. Atur posisi Tangki isotank tepat pada pipa <i>output</i> Tangki Persediaan
	3. Buka valve <i>output</i> , hidupkan pompa dan alirkan terpentin ke Isotank melewati <i>filter cartridge</i>
	4. Isi sesuai dengan volume yang dibutuhkan
	5. Setelah selesai pengisian tutup semua valve dan matikan pompa
	6. Taruh palet yang berisi drum di atas timbangan
	7. Atur timbangan pada posisi nol kilogram
	8. Buka valve <i>output</i> , hidupkan pompa dan alirkan terpentin kedrum melewati <i>filter cartridge</i>
	9. Isi sebanyak 200 liter atau 170 kg per drum dengan mengamati <i>flow meter</i> atau timbangan
	10. Matikan pompa dan tutup valve <i>output</i>

Sumber: Data Sekunder PGT. Garahan Jember

Tabel 4.14 dibawah ini merupakan tabel elemen kerja yang didapat dari penyesuaian Instruksi Kerja. Penentuan elemen kerja yang akan digunakan pada lembar pengamatan *stopwatch time study* disusun berdasarkan hasil observasi kepada operator dan diskusi dengan Kepala Departemen Produksi PGT. Garahan Jember, yang kemudian disesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh Operator Pengemasan dan Penyimpanan.

Tabel 4.14 Elemen Kerja Operator Pengemasan dan Penyimpanan

No.	Elemen Kerja
1.	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum
2.	Pres tutup drum
3.	Ratakan bentuk kerucut drum
4.	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat
5.	Bersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem
6a.	Buka valve <i>output</i> terpentin
6b.	Tutup valve <i>output</i> terpentin
7.	Atur posisi pipa isotank tepat pada pipa Tangki Persediaan
8.	Buka valve <i>output</i> menuju Isotank
8.	Tutup valve <i>output</i> menuju Isotank
9a.	Hidupkan pompa
9b.	Matikan pompa
10.	Tata drum dalam palet (1 palet = 4 drum)
11a.	Buka tutup drum
11b.	Tutup, tutup drum
12.	Tarik drum pada timbangan
13.	Atur posisi pipa di atas drum
14.	Isi drum dengan larutan terpentin
15.	Catat hasil proses pengisian terpentin

Sumber: PGT. Garahan Jember (observasi)

4.2.2 Data Denyut Nadi/Jantung

Denyut nadi/jantung (*heart rate*) digunakan untuk mengetahui tingkat beban kerja fisik berdasarkan analisa *cardiovascular load* (CVL). Data denyut nadi/jantung diambil setiap 5 menit pada masing-masing operator di setiap stasiun kerja selama 8 jam kerja dengan memantau alat bantu *heart rate monitor* berupa jam tangan yang digunakan oleh operator selama pengamatan berlangsung. Operator yang menjadi objek penelitian keseluruhan adalah laki-laki yang memiliki usia dengan rentang 35 – 55 tahun dengan latar belakang pendidikan dari SD-SMA dan masa kerja ± 20 tahun. Dalam penelitian ini, pengambilan data denyut nadi/jantung dibagi menjadi 2 jenis yaitu Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) yang dapat dilihat pada Lampiran 6. Berikut ini rata-rata data Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) operator departemen produksi PGT. Garahan Jember yang ada pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Data Rata-rata DNK dan DNI Operator

Operator WS	1	2	3	4	5	6	7
DNK (denyut/min)	81	75	76	71	92	66	104
DNI (denyut/min)	62	57	57	54	58	55	59

Dari Tabel 4.15 dapat dilihat operator *work station* 1 memiliki Denyut Nadi Kerja (DNK) sebesar 81 bpm (denyut/min) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) sebesar 62 bpm (denyut/min). Dari hasil tersebut didapatkan bahwa operator *work station* 5 (Canning) dan operator *work station* 7 (Pengemasan dan Penyimpanan) memiliki Denyut Nadi Kerja (DNK) tertinggi dibandingkan dengan operator pada *work station* lain. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja yang diterima Operator Canning dan Operator Pengemasan dan Penyimpanan lebih besar dibandingkan beban kerja yang diterima oleh operator lain. Sedangkan untuk Denyut Nadi Istirahat (DNI) dari seluruh operator memiliki rata-rata yang hampir sama. Untuk menunjukkan tingkat beban kerja operator apakah termasuk kedalam kategori pekerjaan ringan ataupun berat, maka akan dilakukan analisa lebih lanjut dengan perhitungan persentase *cardiovascular load* (%CVL).

4.2.3 Data Frekuensi Beban Kerja

Data frekuensi beban kerja adalah jumlah pekerjaan yang harus dilakukan operator selama pengamatan (8 jam kerja) pada setiap elemen kerjanya. Dimana setiap elemen kerja memiliki frekuensi beban kerja yang berbeda. Berikut ini data frekuensi beban kerja operator departemen produksi yang terdapat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Frekuensi Beban Kerja

Work Station	Elemen Kerja	Frekuensi Beban Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja
Melter Atas	1	22	214
	2a	14	
	2b	14	
	3a	16	
	3b	16	
	4	26	
	5a	14	
	5b	14	
	6a	20	
	6b	20	
Melter Bawah	7	38	112
	1a	18	
	1b	18	
	2a	20	
	2b	20	
	3	18	
4	18		

Tabel 4.16 Data Frekuensi Beban Kerja (lanjutan)

<i>Work Station</i>	<i>Elemen Kerja</i>	<i>Frekuensi Beban Kerja</i>	<i>Jumlah Frekuensi Beban Kerja</i>
Washer	1	6	621
	2	6	
	3	6	
	4	6	
	5	8	
	6	8	
	7a	8	
	7b	8	
	8	9	
	9a	9	
	9b	9	
	10a	9	
	10b	9	
	11a	9	
	11b	9	
	12	12	
	13a	12	
	13b	12	
	14a	15	
	14b	15	
	15a	15	
	15b	15	
	16a	15	
	16b	15	
	17	14	
	18a	14	
	18b	14	
	19a	14	
	19b	14	
20a	14		
20b	14		
21a	14		
21b	14		
22	14		
23a	14		
23b	14		
24a	20		
24b	20		
25a	20		
25b	20		
26a	20		
26b	20		
27a	20		
27b	20		
28a	20		
28b	20		
29	8		
Pemasak	1	8	239
	2a	8	
	2b	8	
	3	8	
	4a	8	
	4b	8	
	5a	8	
	5b	8	
	6a	8	
	6b	8	
	7a	8	
	7b	8	
	8a	8	
	8b	8	

Tabel 4.16 Data Frekuensi Beban Kerja (lanjutan)

Work Station	Elemen Kerja	Frekuensi Beban Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja
Pemasak	9a	8	
	9b	8	
	10	8	
	11a	8	
	11b	8	
	12a	8	
	12b	8	
	13	23	
	14a	8	
	14b	8	
Canning	15	32	694
	1	37	
	2	48	
	3	98	
	4	98	
	5	98	
	6	48	
	7	98	
	8	7	
	9	25	
	10	25	
	11	98	
	12	7	
13	7		
UPL	1	19	91
	2a	8	
	2b	8	
	3a	8	
	3b	8	
	4a	8	
	4b	8	
	5a	8	
5b	8		
Pengemasan & Penyimpanan	6	8	867
	1	153	
	2	153	
	3	153	
	4	153	
	5	7	
	6a	7	
	6b	7	
	7	10	
	8a	9	
	8b	9	
	9a	10	
	9b	10	
	10	33	
	11a	30	
11b	30		
12	15		
13	15		
14	60		
15	3		

Pada Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa *work station* 7 yaitu operator pengemasan & penyimpanan memiliki jumlah frekuensi beban kerja yang paling banyak dibandingkan operator lainnya.

4.2.4 Data Pengamatan *Stopwatch Time Study*

Data pengamatan *stopwatch time study* akan digunakan sebagai perhitungan jumlah operator yang telah disesuaikan dengan beban kerja yang diterima saat bekerja. Pengamatan dilakukan pada setiap operator di masing-masing stasiun kerja. Lembar pengamatan yang berisikan elemen kerja operator didapatkan dari penyesuaian Instruksi Kerja PGT. Garahan Jember. Pengamatan dilakukan selama 8 jam kerja yang pada setiap elemen kerja memiliki jumlah replikasi yang berbeda. Pengamatan dilakukan menggunakan alat bantu *stopwatch*, dimana data pengamatan berupa waktu yang dibutuhkan pada setiap elemen kerja (detik). Berikut ini data pengamatan *stopwatch time study*.

Tabel 4.17 Data *Stopwatch Time Study* Operator Melter Atas

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Cek peralatan talang getah																			
	22	20	21	24	22	24	20	25	20	24	21	21	24	22	20	19	22	24	22	25
2a	Buka valve pengisian cairah getah																			
	23	25	27	25	24	20	26	26	28	23	25	28	29	25						
2b	Tutup valve pengisian cairah getah																			
	24	28	28	25	23	24	29	24	25	23	25	26	23	29						
3a	Buka valve pengisian Tangki Melter																			
	18	23	19	22	20	21	24	18	20	24	20	25	20	22	23	22				
3b	Tutup valve pengisian Tangki Melter																			
	19	18	22	24	21	19	25	23	23	24	19	24	22	23	24	20				
4	Cek peralatan Melter																			
	21	20	19	18	20	20	22	19	18	21	20	22	20	19	18	20	20	19	22	19
5a	Buka valve pengisian terptentin																			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							
5b	Tutup valve pengisian terptentin																			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4									
6a	Buka tutup valve pemanas																			
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
6b	Tutup valve pemanas																			
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
7	Catat isi terptentin																			
	19	14	18	12	13	15	16	13	11	15	11	17	19	15	15	13	15	16	14	17
	18	16	15	17	18	17	11	11	12	17	18	15	15	16	13	12	15	15		

Tabel 4.17 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Melter Atas untuk melakukan elemennya, dimana elemen kerja membuka valve pengisian cairan getah memiliki rata-rata waktu yang paling lama. Hal itu dikarenakan elemen kerja tersebut dilakukan secara manual, tipe valve (*slide valve*) yang digunakan pada proses pengisian cairah getah membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup lama untuk dibuka.

Tabel 4.18 Data *Stopwatch Time Study* Operator Melter Bawah

WS	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1a	Buka valve pipa <i>output</i> menuju Mixer																			
	10	12	13	11	12	10	12	10	11	10	11	12	13	12	10	12	13	12		
1b	Tutup valve pipa <i>output</i> menuju Mixer																			
	11	10	12	10	10	12	11	12	13	11	10	10	11	10	12	13	12	10		
2a	Buka valve pipa <i>output</i> menuju Setler																			
	15	20	16	13	15	19	19	20	16	17	16	17	17	19	17	18	19	19	17	
2b	Tutup valve pipa <i>output</i> menuju Setler																			
	16	20	17	17	20	15	15	18	20	17	16	19	15	16	18	16	19	19	15	17
3	Keluarkan air dan sampah																			
	165	141	152	183	146	158	168	150	129	188	137	141	160	178	143	139	174	155		
4	Semprot sampah dengan air dan membersihkan stasiun kerja																			
	140	127	138	104	112	107	135	123	136	142	128	118	122	136	148	141	119	139		

Tabel 4.18 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Melter Bawah untuk melakukan elemennya, dimana elemen kerja semprot sampah dengan air dan membersihkan stasiun kerja memiliki rata-rata waktu yang paling lama.

Tabel 4.19 Data *Stopwatch Time Study* Operator Washer

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Lepas <i>filter gaf</i>																			
	105	120	116	111	109	113														
2	Bersihkan <i>filter gaf</i>																			
	123	117	131	126	111	130														
3	Cuci pompa																			
	232	259	219	244	222	251														
4	Pasang <i>filter gaf</i>																			
	81	77	83	89	72	79														
5	Timbang asam oksalat																			
	29	27	32	31	34	28	30	32												
6	Tuang & aduk larutan dengan air																			
	142	119	132	120	127	139	126	121												
7a	Buka larutan pengiriman larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer																			
	11	12	10	11	11	10	12	11												
7b	Tutup valve larutan pengiriman larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer																			
	10	11	11	10	11	12	11	10												
8	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Setler																			
	178	170	153	171	174	157	165	140	162											
9a	Buka valve <i>blow down</i> Tangki Setler																			
	19	20	21	21	23	22	22	22	19											
9b	Tutup valve <i>blow down</i> Tangki Setler																			
	20	22	22	23	20	23	19	22	21											
10a	Buka valve pipa air Tangki Setler																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
10b	Tutup valve pipa air Tangki Setler																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
11a	Tekan tombol <i>on open steam</i> Tangki Setler																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
11b	Tekan tombol <i>off open steam</i> Tangki Setler																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
12a	Buka valve pengiriman getah Tangki Setler menuju Mixer																			
	9	11	10	10	11	10	10	9	9	12	11	10								
12b	Tutup valve pengiriman getah Tangki Setler menuju Mixer																			
	10	9	9	10	12	9	10	10	11	11	10	10								
13	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Mixer																			
	157	170	145	167	144	169	155	162	148	172	153	169								
14a	Buka valve pipa air Tangki Mixer																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14b	Tutup valve pipa air Tangki Mixer																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15a	Buka valve <i>steam</i> Tangki Mixer																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15b	Tutup valve <i>steam</i> Tangki Mixer																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16a	Buka valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Tangki Mixer																			
	5	5	5	6	5	5	5	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16b	Tutup valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Tangki Mixer																			
	5	6	6	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Tabel 4.19 Data *Stopwatch Time Study* Operator Washer (lanjutan)

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
17a	Buka valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing																			
	11	9	10	11	10	8	11	9	11	10	11	10	11	11						
17b	Tutup valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing																			
	9	10	11	10	9	11	9	10	10	9	8	10	9	11						
18	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Scrubbing																			
	185	177	195	190	171	164	191	158	181	143	184	164	189	173						
19a	Buka valve pipa air Tangki Scrubbing																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
19b	Tutup valve pipa air Tangki Scrubbing																			
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
20a	Tekan tombol on <i>open steam</i> Tangki Scrubbing																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20b	Tekan tombol off <i>open steam</i> Tangki Scrubbing																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21a	Buka valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki scrubbing																			
	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5					
21b	Tutup valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki scrubbing																			
	5	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6						
22	Cek alat kerja dan kondisi Tangki Washer																			
	297	271	282	348	286	311	294	298	261	329	249	325	292	315						
23a	Buka valve larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer																			
	7	7	6	8	7	7	8	7	8	7	6	8	7	7						
23b	Tutup valve larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer																			
	6	7	7	8	6	7	7	8	7	6	7	7	8							
24a	Buka valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Washer																			
	6	5	5	6	6	5	6	5	5	6	4	5	5	5	6	5	5	5	5	6
24b	Tutup valve <i>blow down</i> kotoran di Tangki Washer																			
	5	5	5	6	6	5	4	4	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	6	5
25a	Buka valve pipa air Tangki Washer																			
	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
25b	Tutup valve pipa air Tangki Washer																			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
26a	Buka valve <i>steam</i> Tangki Washer																			
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26b	Tutup valve <i>steam</i> Tangki Washer																			
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27a	Buka valve ventilasi Tangki Washer																			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27b	Tutup valve ventilasi Tangki Washer																			
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
28a	Buka valve larutan menuju Stock Tank																			
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
28b	Tutup valve larutan menuju Stock Tank																			
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
29	Catat hasil kerja pada WS 3																			
	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

Tabel 4.19 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Washer untuk melakukan elemennya, dimana operator Washer memiliki jumlah elemen kerja yang paling banyak dibandingkan operator lainnya. Pada elemen kerja pengecekan fasilitas produksi dan mencatat hasil kerja memiliki rata-rata waktu yang lama. Pada elemen kerja yang terdapat pada Tangki Washer memiliki frekuensi beban kerja yang lebih banyak dibandingkan elemen kerja lain, hal ini dikarenakan proses pencucian pada Tangki Washer dapat dilakukan lebih dari satu kali, tergantung pada kualitas bahan baku dan banyaknya kandungan kotoran yang terdapat pada larutan getah.

Tabel 4.20 Data *Stopwatch Time Study* Operator Pemasak

NO	Elemen Kerja (detik)																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Cek Stock Tank dan Tangki Masak																				
	28	25	26	23	25	27	26	24													
2a	Buka valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Stock Tank																				
	17	16	19	18	18	16	17	15													
2b	Tutup valve <i>blow down</i> air dan kotoran di Stock Tank																				
	16	16	18	15	18	17	19	17													
3	Ambil sampel larutan di Stock Tank																				
	32	29	27	30	31	29	33	27													
4a	Buka semua ventilasi																				
	13	12	14	12	13	13	14	12													
4b	Tutup semua ventilasi																				
	14	12	12	12	12	14	13	13													
5a	Hidupkan <i>vacum</i>																				
	5	5	5	5	5	5	5														
5b	Matikan <i>vacum</i>																				
	5	5	5	5	5	5	5														
6a	Buka valve larutan getah dari Stock Tank ke ketel masak																				
	10	9	10	9	11	10	10	11													
6b	Tutup valve larutan getah dari Stock Tank ke ketel masak																				
	10	9	10	11	9	11	10	10													
7a	Buka valve <i>close steam</i>																				
	2	2	2	2	2	2															
7b	Tutup valve <i>close steam</i>																				
	2	2	2	2	2	2	2	2													
8a	Buka valve <i>open steam</i>																				
	2	2	2	2	2	2	2	2													
8b	Tutup valve <i>open steam</i>																				
	2	2	2	2	2	2	2														
9a	Buka valve pipa uap																				
	2	2	2	2	2	2	2														
9b	Tutup valve pipa uap																				
	2	2	2	2	2	2	2														
10	Ambil sampel larutan yang telah dimasak																				
	71	69	75	91	78	87	80	85													
11a	Buka valve <i>blow down</i> menuju Tangki Penuang																				
	11	12	11	10	12	10	11	12													
11b	Tutup valve <i>blow down</i> menuju Tangki Penuang																				
	11	12	10	10	11	12	10	11													
12a	Buka valve <i>blow down</i> , kran induk, ventilasi Tangki Terpentin																				
	13	14	13	12	12	13	13	14													
12b	Tutup valve <i>blow down</i> , kran induk, ventilasi Tangki Terpentin																				
	12	13	13	13	14	12	13	14													
13	Cek larutan terpentin																				
	17	16	16	18	17	15	15	15	15	18	17	16	16	15	17	15	16	16	17	16	
	17	16																			
14a	Buka valve pengiriman terpentin																				
	4	4	4	4	4	4	4														
14b	Tutup valve pengiriman terpentin																				
	4	4	4	4	4	4															
15	Catat hasil kerja pada WS 4																				
	14	16	16	15	17	18	16	16	13	13	15	16	16	16	13	17	15	17	17	15	
	17	13	15	13	13	15	15	15	16	14	15										

Tabel 4.20 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Pemasak untuk melakukan elemennya, dimana elemen kerja mengambil sampel larutan getah yang telah dimasak memiliki rata-rata waktu yang lama. Operator harus membuka valve dengan ukuran volume larutan yang keluar kecil, kemudian menuangkan pada wadah yang telah disediakan oleh pihak Quality Control.

Tabel 4.22 Data *Stopwatch Time Study* Operator UPL (lanjutan)

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3a	Buka valve larutan dari bak penampungan getah menuju Tangki Setler																			
	3	3	3	3	3	3	3													
3b	Tutup valve larutan dari bak penampungan getah menuju Tangki Setler																			
	3	3	3	3	3	3														
4a	Buka valve larutan dari cucian lantai																			
	14	15	16	13	15	13	15	14												
4b	Tutup valve larutan dari cucian lantai																			
	13	14	14	16	14	13	15	15												
5a	Buka valve bak penampungan getah menuju instalasi limbah																			
	13	16	14	15	14	15	16	15												
5b	Tutup valve bak penampungan getah menuju instalasi limbah																			
	15	13	14	14	16	14	13	14												
6	Catat proses pengolahan limbah																			
	65	71	67	63	57	70	68	59												

Tabel 4.22 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Unit Pengolahan Limbah (UPL) untuk melakukan elemen kerjanya, dimana elemen kerja pengecekan alat kerja atau fasilitas produksi memiliki rata-rata waktu yang paling lama dibandingkan dengan elemen kerja lainnya. Sering kali pipa yang menghubungkan antara Tangki Setler menuju bak penampung getah terlepas, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengecekan alat kerja relatif lama.

Tabel 4.23 Data *Stopwatch Time Study* Operator Pengemasan & Penyimpanan

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum																			
	38	10	18	35	15	22	10	26	20	18	8	12	31	37	19	20	17	13	18	13
	18	15	11	20	20	15	28	12	13	21	15	16	19	30	35	34	28	28	36	10
	19	17	23	34	35	21	25	28	32	25	21	15	27	24	33	33	25	33	19	19
	8	27	27	29	26	28	25	10	24	25	22	30	24	22	27	25	23	33	27	23
	21	23	27	23	25	25	37	25	36	25	19	22	28	21	36	22	38	28	17	19
	20	33	17	21	23	17	20	20	17	18	30	22	28	38	28	25	37	28	28	29
	18	26	22	31	24	37	33	22	13	16	19	12	32	26	13	31	15	22	29	25
	14	28	35	38	34	19	29	16	17	27	20	29	23							
	2	Pres tutup drum																		
17		20	15	18	21	22	14	17	16	18	23	21	20	18	17	16	17	14	14	15
15		18	15	17	16	14	13	21	21	14	12	17	12	18	22	18	22	17	22	13
20		22	14	20	17	15	22	18	20	17	12	15	21	20	21	19	22	18	16	15
15		18	17	19	16	17	13	14	16	21	20	14	22	16	12	20	22	14	18	15
19		17	20	17	20	18	15	19	22	21	15	16	13	19	12	14	14	20	20	15
22		13	20	16	22	14	20	15	21	13	22	22	19	17	20	20	13	17	20	16
15		16	20	22	17	14	15	12	18	14	17	19	19	21	20	14	21	18	22	13
22	19	14	19	22	15	21	21	17	21	14	15	12								
3	Ratakan bentuk kerucut drum																			
	7	8	8	7	8	9	10	9	9	10	7	10	10	10	9	8	9	11	7	10
	10	8	9	7	9	8	7	10	7	10	8	8	10	7	8	9	9	10	11	11
	10	8	7	10	7	9	7	8	7	7	7	9	8	11	11	8	7	9	7	10
	8	8	7	9	9	10	8	11	10	7	7	10	7	7	7	9	8	8	9	9
	10	11	8	11	7	7	9	8	7	9	8	8	8	8	9	7	10	7	10	8
	9	9	10	7	7	7	9	10	7	9	7	7	10	8	7	10	7	9	8	10
	10	8	9	7	8	10	9	8	7	9	8	9	8	10	9	9	8	7	8	8
7	10	11	9	11	8	7	8	8	9	10	8	8								
4	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat																			
	17	12	12	18	11	18	12	15	10	14	15	15	13	15	12	16	12	14	12	11
	12	12	12	13	12	14	15	17	11	16	13	14	15	16	12	15	12	12	17	11
	13	12	14	17	13	16	11	12	16	12	18	15	11	16	13	13	13	13	15	10
	12	13	17	12	16	16	14	16	15	10	16	14	11	16	14	12	17	11	13	12
	12	12	13	12	15	17	14	12	14	13	15	17	17	11	15	13	11	13	15	11
	10	16	12	16	14	13	15	17	11	14	15	14	11	14	17	14	13	17	12	12
	11	17	15	12	18	16	13	15	12	15	14	16	14	17	11	10	11	12	16	16
17	16	16	15	17	14	16	13	15	17	16	13	17								
5	Bersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem																			
	218	220	189	233	203	195	211													

Tabel 4.23 Data *Stopwatch Time Study* Operator Pengemasan & Penyimpanan (lanjutan)

NO	Elemen Kerja (detik)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6a	Buka valve <i>output</i> terpendin																			
	6	6	6	6	6	6														
6b	Tutup valve <i>output</i> terpendin																			
	6	6	6	6	6															
7	Atur posisi pipa Isotank tepat pada pipa Tangki Persediaan																			
	15	13	14	15	15	15	13	15	15	13										
8a	Buka valve <i>output</i> menuju Isotank																			
	3	3	3	3	3	3														
8b	Tutup valve <i>output</i> menuju Isotank																			
	3	3	3	3	3	3	3													
9a	Hidupkan pompa																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
9b	Matikan pompa																			
	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
10	Tata drum dalam palet (1 palet = 4 drum)																			
	26	21	23	26	26	25	21	21	21	23	22	22	26	23	24	26	22	22	26	26
	24	24	26	23	22	26	24	23	25	24	25	24	23							
11a	Buka tutup drum																			
	20	19	19	17	22	18	22	19	21	22	21	19	16	16	20	18	19	20	20	21
	17	16	22	18	17	19	22	19	22	22										
11b	Tutup, tutup drum																			
	21	18	20	19	18	19	21	17	18	22	18	23	19	19	19	16	22	20	18	19
	20	21	20	18	13	18	21	16	19	20										
12	Letakkan & tarik drum pada timbangan																			
	26	21	21	23	22	24	26	23	26	22	21	26	23	22	23					
13	Atur posisi pipa di atas drum																			
	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8								
14	Isi drum dengan larutan terpendin																			
	125	123	110	99	111	140	145	144	132	126	118	115	125	91	101	116	142	118	144	92
	113	128	138	100	104	121	111	145	125	92	93	138	123	110	121	128	121	117	104	135
	89	134	91	104	106	132	116	131	135	113	119	122	92	135	138	110	131	117	144	120
15	Catat hasil proses pengisian terpendin																			
	18	20	18																	

Tabel 4.23 menunjukkan data waktu yang dibutuhkan operator Pengemasan & Penyimpanan untuk melakukan elemen kerjanya, dimana elemen kerja pengemasan gondorukem memiliki frekuensi beban kerja yang lebih banyak dari pada pengemasan terpendin. Hal ini dikarenakan jumlah produksi dan permintaan gondorukem lebih banyak dibandingkan terpendin. Untuk elemen kerja pengisian drum dengan larutan terpendin memiliki rata-rata waktu yang paling lama dibandingkan dengan elemen kerja lainnya.

4.2.5 Penentuan *Performance Rating*

Faktor penyesuaian atau *performance rating* bertujuan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan yang diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Dalam penelitian ini, penentuan *performance rating* didapatkan berdasarkan tabel *westinghouse system* dengan 4 faktor penilaian, yaitu *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency*. Rumus *performance rating* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Performance rating} &= 1 + \text{rating faktor} \\ &= 1 + (\text{skill, effort, condition, consistency}) \end{aligned}$$

Berikut ini perhitungan *performance rating* dari masing-masing operator setiap stasiun kerja departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 *Performance Rating Operator*

WS	Operator	Westinghouse System				PR
		<i>Skill</i>	<i>Effort</i>	<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>	
1	Melter Atas	D=0	D=0	D=0	D=0	1
2	Melter Bawah	D=0	D=0	D=0	D=0	1
3	Washer	D=0	D=0	D=0	D=0	1
4	Pemasak	D=0	D=0	D=0	D=0	1
5	Canning	D=0	D=0	D=0	D=0	1
6	UPL	D=0	D=0	D=0	D=0	1
7	Pengemasan & Penyimpanan	D=0	D=0	D=0	D=0	1

Tabel 4.24 menunjukkan bahwa seluruh operator departemen produksi Pabrik Gondorukem dan Terpentin (PGT) Garahan Jember yang menjadi subjek pengamatan memiliki nilai *performance rating* sebesar 1, yang menunjukkan bahwa seluruh operator telah beraktivitas atau bekerja secara wajar. Hal ini dikarenakan operator melakukan pekerjaan dengan kecepatan rata-rata yang sesuai dengan aktivitas yang dilakukan sehari-hari selama bekerja. Untuk faktor *skill* dan *effort* memiliki nilai *performance rating average*, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa operator memiliki kemampuan bekerja rata-rata dan usaha yang dikeluarkan dalam bekerja secara stabil. Faktor *condition* yang juga memiliki nilai rata-rata yang berarti kondisi umum lingkungan kerja yang memungkinkan untuk operator bekerja sesuai dengan keseharian berupa adanya bau-bauan. Sedangkan untuk faktor *consistency*, seluruh operator juga memiliki nilai *performance rating average* yang menunjukkan selisih antara waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan dengan nilai rata-rata waktunya tidak besar atau relatif kecil, walaupun ada beberapa nilai yang berada pada batas kontrol atas (BKA) ataupun batas kontrol bawah (BKB) data.

4.2.6 Penentuan Allowance

Seorang operator tentu tidak akan mampu bekerja secara terus menerus, maka diperlukan kelonggaran (*allowance*) yang merupakan waktu khusus bagi operator dalam melakukan aktivitas pribadi, melepas lelah, dan kebutuhan lainnya. Dalam penelitian ini, penentuan *allowance* didapatkan pada tabel kelonggaran yang didasarkan pada faktor-faktor yang berpengaruh, dimana terdiri dari 7 faktor dan ditambah dengan kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (Sutalaksana, 1979:84) yang dapat dilihat pada

Lampiran 3. Data *allowance* masing-masing operator dapat dilihat pada Tabel 4.25 dibawah ini.

Tabel 4.25 Allowance Operator

WS	Operator	Faktor Allowance								Total
		A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Melter Atas	6%	0%	0%	3%	10%	5%	1%	2,5%	27,5%
2	Melter Bawah	10%	5%	3%	0%	10%	5%	1%	2,5%	36,5%
3	Washer	10%	2,5%	0%	3%	10%	10%	1%	2,5%	39%
4	Pemasak	6%	2,5%	0%	3%	10%	5%	1%	2,5%	30%
5	Canning	10%	2,5%	0%	3%	15%	5%	1%	2,5%	39%
6	UPL	6%	0%	0%	0%	10%	5%	1%	2,5%	24,5%
7	Pengemasan & Penyimpanan	19%	5%	3%	3%	10%	5%	1%	2,5%	48,5%

Tabel 4.25 menunjukkan *allowance* masing-masing operator pada setiap *work station* dengan total nilai yang berbeda-beda. Pada Operator Melter Atas, Pemasak dan UPL faktor tenaga yang dikeluarkan (faktor A) sebesar 6% karena operator lebih banyak bekerja dimeja dengan posisi duduk. Operator Washer dan Canning diberikan nilai 10% karena lebih banyak bekerja dengan posisi berdiri untuk mengoperasikan fasilitas produksi dan harus mengangkat drum dari gudang penyimpanan ke stasiun kerja. Operator Melter Bawah diberikan nilai 10% karena operator melakukan pekerjaan yaitu menyekop sampah hasil pencucian larutan getah yang harus mengeluarkan tenaga yang cukup banyak dan nilai terbesar pada Operator Pengemasan & Penyimpanan sebesar 19% karena operator bekerja secara manual untuk proses pengemasan yaitu dengan mengangkat pemberat untuk alat bantu pengemasan dan mangayunkan palu untuk menutup drum pengemasan sehingga tenaga yang dikeluarkan lebih banyak dibandingkan operator lainnya.

Pada faktor sikap kerja nilai 2,5% diberikan pada Operator Washer, Pemasak, dan Canning karena pekerjaan yang mereka lakukan mengharuskan untuk berdiri di atas dua kaki dalam waktu yang cukup lama, sedangkan untuk Operator Melter Bawah dan Operator Pengemasan & Penyimpanan diberikan nilai 5% karena sikap kerja yang harus membungkuk dan bertumpu pada dua kaki. Untuk faktor gerakan kerja diberikan nilai 3% untuk Operator Melter Bawah dan Operator Pengemasan & Penyimpanan karena gerakan kerja yang terbatas pada alat kerja yang dibawa pada kedua tangan. Kemudian untuk faktor kelelahan mata (faktor D) diberikan nilai 3% untuk Operator Melter Atas, Washer, Pemasak, Canning, dan Operator Penyimpanan & Pengemasan, karena

operator harus teliti dalam melihat warna larutan getah untuk setiap prosesnya dan bekerja dengan alat ukur (timbangan & kalorimeter larutan).

Untuk suhu tempat kerja (faktor E) diberikan nilai 10% pada seluruh operator karena suhu ruangan berada diantara 28°C – 38°C, kecuali pada Operator Canning diberikan nilai 15% karena operator harus mengisikan larutan getah ke dalam drum dengan suhu masak sebesar 170°C. Operator Canning cenderung berkeringat dibandingkan operator lainnya pada saat bekerja. Kemudian untuk faktor keadaan atmosfer (faktor F) diberikan nilai 5% dikarenakan adanya bau-bauan dari larutan getah (tidak berbahaya) yang mengharuskan operator memakai alat pelindung pernafasan (masker) saat bekerja. Akan tetapi, Operator Washer diberikan nilai 10% dikarenakan pada proses pencucian larutan getah akan menghasilkan uap yang memiliki bau yang menyengat, Operator Washer cenderung tidak melepaskan masker yang digunakan dibandingkan operator lainnya saat bekerja. Untuk faktor keadaan lingkungan (faktor G) diberikan nilai 1% untuk seluruh operator karena rata-rata siklus kerja yang dilakukan operator cenderung berulang, sedangkan untuk kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (faktor H) diberikan nilai rata-rata bagi pria dengan nilai 2,5%. Hal ini dikarenakan seluruh operator yang bekerja adalah pria.

4.3 PENGOLAHAN DATA

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data penelitian yang telah disajikan pada sub bab pengumpulan data. Pengolahan data berupa perhitungan *cardiovascular load* dari data denyut nadi/jantung operator, uji keseragaman data, uji kecukupan data, perhitungan waktu baku (*standard time*) data pengamatan *stopwatch time study* pada setiap elemen kerja masing-masing stasiun kerja dan perhitungan jumlah operator.

4.3.1 Perhitungan *Cardiovascular Load*

Berdasarkan data pengamatan denyut nadi/jantung yang berupa Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) maka akan dilakukan perhitungan persentase *cardiovascular load* yang dapat dilihat pada Tabel 4.26 Berikut ini contoh perhitungan %CVL dari Operator Melter Atas:

$$\begin{aligned}\% \text{ CVL} &= \frac{\text{DNK}-\text{DNI}}{\text{DN}_{\text{Max}}-\text{DNI}} \times 100 \\ &= \frac{81-62}{173-62} \times 100 \\ &= 17,07 \%\end{aligned}$$

Berikut ini hasil rekap perhitungan persentase *cardiovascular load* pada operator departemen produksi PGT. Garahan Jember dapat dilihat pada Tabel 4.26 dibawah ini.

Tabel 4.26 Perhitungan *Cardiovascular Load* Operator

WS	Operator	DNK (denyut/min)	DNI (denyut/min)	Dnmax (220-umur)	CVL (%)	Keterangan
1	Melter Atas	81	62	220 – 47 = 173	17,07	Tidak terjadi kelelahan
2	Melter Bawah	75	57	220 – 50 = 170	16,49	Tidak terjadi kelelahan
3	Washer	76	57	220 – 37 = 183	14,92	Tidak terjadi kelelahan
4	Pamasak	71	54	220 – 54 = 166	15,42	Tidak terjadi kelelahan
5	Canning	92	58	220 – 55 = 165	31,58	Diperlukan perbaikan
6	UPL	66	55	220 – 46 = 174	9,55	Tidak terjadi kelelahan
7	Pengemasan & Penyimpanan	104	59	220 – 50 = 170	40,21	Diperlukan perbaikan

Pada Tabel 4.26 dapat dilihat bahwa dari 7 operator PGT. Garahan Jember, terdapat 2 operator yang memiliki nilai persentase *cardiovascular load* (%CVL) > 30% dan 5 operator dengan nilai %CVL < 30%. Untuk operator *work station* 5 memiliki nilai %CVL sebesar 31,58% dan operator *work station* 7 dengan nilai %CVL sebesar 40,21%, yang berarti kedua operator memiliki nilai %CVL > 30%. Dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kedua operator tersebut mengalami kelelahan saat bekerja yang memerlukan perbaikan kerja. Sedangkan pada operator *work station* 1 (Melter Atas) memiliki nilai %CVL sebesar 17,07%, operator *work station* 2 (Melter Bawah) memiliki nilai %CVL 16,49%, operator *work station* 3 (Washer) memiliki nilai %CVL 14,92%, operator *work station* 4 (Pemasak) memiliki nilai %CVL sebesar 15,42% dan operator *work station* 6 (UPL) memiliki nilai %CVL sebesar 9,55%. Hal ini menunjukkan bahwa operator dengan nilai %CVL < 30% melakukan pekerjaan yang tidak menyebabkan terjadinya kelelahan. Untuk analisa lebih lanjut akan dibahas pada sub bab analisa dan pembahasan.

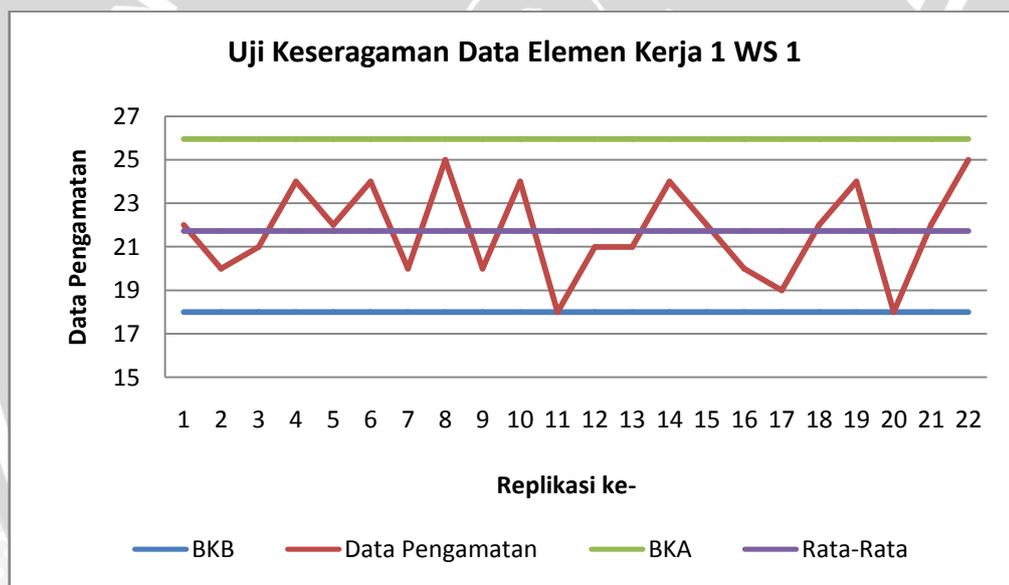
4.3.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman dilakukan untuk mengidentifikasi data ekstrim, yaitu data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-rata data pengamatan. Data yang digunakan dalam uji keseragaman adalah data pengamatan

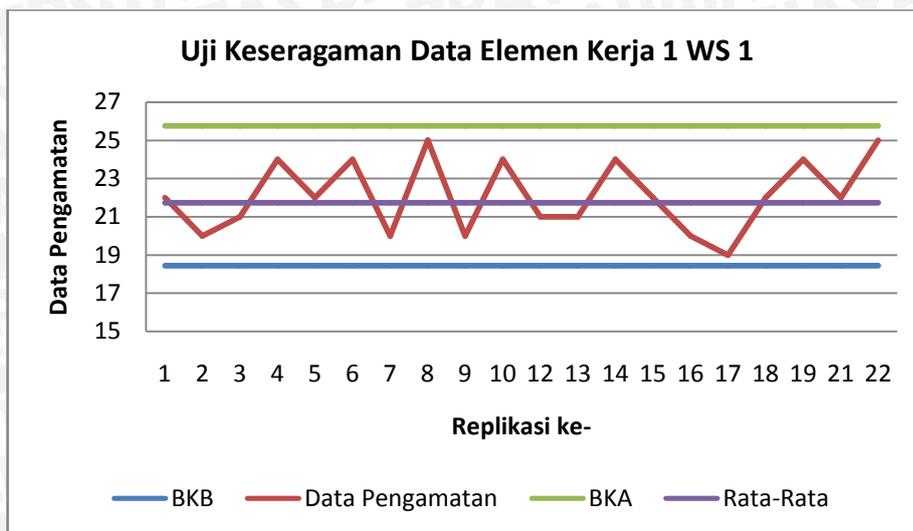
stopwatch time study yang dilakukan terhadap 7 orang operator pada masing-masing stasiun kerja departemen produksi PGT. Garahan Jember, dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut ini contoh perhitungan dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*).

- $\bar{x} = \frac{22+20+21+24+22+24+20+\dots+19+22+24+18+22+25}{22} = 21,73$
- $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{(22-21,73)^2 + (20-21,73)^2 + \dots + (22-21,73)^2 + (25-21,73)^2}{22-1}} = 2,11$
- Nilai $k = 2$, karena menggunakan $s = 5\%$ dan $\alpha = 95\%$
- BKA (batas kontrol atas) = $\bar{x} + k\sigma = 21,73 + (2 \times 2,11) = 25,96$
- BKB (batas kontrol bawah) = $\bar{x} - k\sigma = 21,73 - (2 \times 2,11) = 17,50$

Peta kontrol dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 Operator Meleter Atas (*work station 1*) dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Pada Grafik 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat data pengamatan yang melebihi batas control bawah, sehingga data tersebut harus dibuang agar data pada elemen kerja 1 dapat seragam. Setelah data yang melebihi batas kontrol bawah dibuang didapatkan data seragam pada elemen kerja 1 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Uji Keseragaman Data *In Control*

Berikut ini hasil rekap uji keseragaman data pengamatan *stopwatch time study* pada operator departemen produksi PGT. Garahan Jember dapat dilihat pada Tabel 4.27 dibawah ini.

Tabel 4.27 Rekap Uji Keseragaman Data

Operator	Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Data Outlier	Keterangan
Melter Atas	1	22,10	1,83	25,76	18,44	2	Seragam
	2a	25,29	2,37	30,02	20,55		Seragam
	2b	25,43	2,21	29,85	21,01		Seragam
	3a	21,31	2,15	25,62	17,01		Seragam
	3b	21,88	2,25	26,37	17,38		Seragam
	4	19,81	1,27	22,34	17,27		Seragam
	5a	3,43	0,51	4,46	2,40		Seragam
	5b	4,00	0,00	4,00	4,00	4	Seragam
	6a	2,00	0,00	2,00	2,00	4	Seragam
	6b	2,00	0,00	2,00	2,00	4	Seragam
Melter Bawah	7	14,97	2,33	19,63	10,31		Seragam
	1a	11,44	1,10	13,64	9,25		Seragam
	1b	11,11	1,08	13,27	8,95		Seragam
	2a	17,32	1,89	21,09	13,54	1	Seragam
	2b	17,25	1,77	10,80	13,70		Seragam
	3	155,94	17,08	190,10	121,79		Seragam
Washer	4	128,61	12,87	154,35	102,87		Seragam
	1	112,33	5,28	112,89	101,78		Seragam
	2	123,00	7,77	138,54	107,46		Seragam
	3	80,17	5,74	91,65	68,68		Seragam
	4	237,83	16,12	270,07	105,60		Seragam
	5	30,38	2,33	35,03	25,72		Seragam
	6	128,25	8,71	145,68	110,82		Seragam
	7a	11,00	0,76	12,51	9,49		Seragam
	7b	10,75	0,71	12,16	9,34		Seragam
	8	163,33	11,87	187,08	139,58		Seragam
	9a	21,00	1,41	23,83	18,17		Seragam
	9b	21,33	1,41	24,16	18,50		Seragam
10a	3,00	0,00	3,00	3,00	1	Seragam	
10b	3,00	0,00	3,00	3,00		Seragam	

Tabel 4.27 Rekap Uji Keseragaman Data (lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Data Outlier	Keterangan
Washer	11a	1,00	0,00	1,00	1,00		Seragam
	11b	1,00	0,00	1,00	1,00	1	Seragam
	12a	10,17	0,94	12,04	8,29		Seragam
	12b	10,08	0,90	11,88	8,28		Seragam
	13	159,25	10,27	179,79	138,71		Seragam
	14a	3,00	0,00	3,00	3,00		Seragam
	14b	3,00	0,00	3,00	3,00		Seragam
	15a	3,00	0,00	3,00	3,00	2	Seragam
	15b	3,00	0,00	3,00	3,00		Seragam
	16a	5,13	0,52	6,17	4,10		Seragam
	16b	5,13	0,52	6,17	4,10		Seragam
	17a	10,21	0,97	12,16	8,26		Seragam
	17b	9,71	0,91	11,54	7,89		Seragam
	18	176,07	14,82	205,72	146,42		Seragam
	19a	3,00	0,00	3,00	3,00		Seragam
	19b	3,00	0,00	3,00	3,00	1	Seragam
	20a	1,00	0,00	1,00	1,00		Seragam
	20b	1,00	0,00	1,00	1,00		Seragam
	21a	5,79	0,43	6,64	4,93		Seragam
	21b	5,79	0,43	6,64	4,93		Seragam
	22	297,00	27,15	351,31	242,69		Seragam
	23a	7,14	0,66	8,47	5,82		Seragam
	23b	7,00	0,68	8,36	5,64		Seragam
	24a	5,30	0,57	6,44	4,16		Seragam
	24b	5,15	0,59	6,32	3,98		Seragam
	25a	3,80	0,41	4,62	2,98		Seragam
	25b	3,80	0,41	4,62	2,98		Seragam
	26a	2,00	0,00	2,00	2,00	1	Seragam
	26b	2,00	0,00	2,00	2,00	2	Seragam
27a	3,80	0,41	4,62	2,98		Seragam	
27b	3,75	0,44	4,64	2,86		Seragam	
28a	12,65	1,46	15,57	9,73		Seragam	
28b	12,40	1,39	15,18	9,62		Seragam	
29	178,50	12,90	204,29	152,71		Seragam	
Pemasak	1	25,50	1,60	28,71	22,29		Seragam
	2a	17,00	1,31	19,62	14,38		Seragam
	2b	17,00	1,31	19,62	14,38		Seragam
	3	29,75	2,19	34,13	25,37		Seragam
	4a	12,88	0,83	14,54	11,21		Seragam
	4b	12,75	0,89	14,52	10,98		Seragam
	5a	5,38	0,74	6,86	3,89	2	Seragam
	5b	5,25	0,46	6,18	4,32	2	Seragam
	6a	10,00	0,76	11,51	8,49		Seragam
	6b	10,00	0,76	11,51	8,49		Seragam
	7a	2,25	0,46	3,18	1,32	2	Seragam
	7b	2,13	0,35	2,83	1,42	1	Seragam
	8a	2,13	0,35	2,83	1,42	1	Seragam
	8b	2,25	0,46	3,18	1,32	2	Seragam
	9a	2,38	0,74	3,86	0,89	2	Seragam
	9b	2,25	0,46	3,18	1,32	2	Seragam
	10	81,38	6,12	93,61	69,14		Seragam
11a	11,13	0,83	12,79	9,46		Seragam	
11b	10,88	0,83	12,54	9,21		Seragam	
12a	13,00	0,76	14,51	11,49		Seragam	
12b	13,00	0,76	14,51	11,49		Seragam	

Tabel 4.27 Rekap Uji Keseragaman Data (lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Data Outlier	Keterangan
Pemasak	13	16,18	1,01	18,21	14,15	1	Seragam
	14a	4,13	0,35	4,83	3,42	1	Seragam
	14b	4,25	0,46	5,18	3,32	2	Seragam
	15	15,23	1,46	18,16	12,30	1	Seragam
Canning	1	107,81	12,76	133,34	82,28		Seragam
	2	31,98	5,65	43,28	20,68		Seragam
	3	8,43	1,10	10,62	6,24		Seragam
	4	18,65	1,63	21,92	15,39		Seragam
	5	8,49	1,07	10,63	6,34	24	Seragam
	6	23,00	1,57	26,13	19,87		Seragam
	7	4,44	1,10	6,63	2,24	7	Seragam
	8	165,14	11,04	187,22	143,07		Seragam
	9	23,29	1,85	27,00	19,59	1	Seragam
	10	7,68	0,85	9,38	5,98	3	Seragam
	11	108,11	20,50	149,10	67,11		Seragam
	12	298,29	19,58	337,46	259,12		Seragam
	13	29,14	1,35	31,83	26,45	13	Seragam
UPL	1	369,21	41,81	452,84	285,59		Seragam
	2	4,75	0,46	5,68	3,82		Seragam
		4,75	0,46	5,68	3,82		Seragam
	3	3,13	0,35	3,83	2,42		Seragam
		3,25	0,46	4,18	2,32		Seragam
	4	14,38	1,06	16,50	12,25	1	Seragam
		14,25	1,04	16,32	12,18		Seragam
	5	14,75	1,04	16,82	12,68		Seragam
	14,13	0,99	16,11	12,14		Seragam	
6	65,00	5,04	75,09	54,91		Seragam	
Pengemasan & Penyimpanan	1	23,71	9,04	41,79	5,64		Seragam
	2	17,65	2,74	23,13	12,17		Seragam
	3	8,54	1,24	11,02	6,06		Seragam
	4	13,90	2,36	18,63	9,17		Seragam
	5	209,86	15,32	240,50	179,21		Seragam
	6a	6,14	0,38	6,90	5,39	1	Seragam
	6b	6,29	0,49	7,26	5,31	2	Seragam
	7	14,30	0,95	16,20	12,40		Seragam
	8a	2,78	0,44	3,66	1,90	2	Seragam
	8b	2,78	0,44	3,66	1,90	2	Seragam
	9a	1,20	0,42	2,04	0,36		Seragam
	9b	1,20	0,42	2,04	0,36		Seragam
	10	23,79	2,06	27,91	19,66		Seragam
	11a	19,43	1,99	23,42	15,44		Seragam
	11b	19,07	2,03	23,13	15,00		Seragam
12	23,27	1,91	27,08	19,45		Seragam	
13	8,08	0,29	8,66	7,51	3	Seragam	
14	119,38	17,08	153,54	85,22		Seragam	
15	19,00	1,00	21,00	17,00		Seragam	

Hasil uji keseragaman data pengamatan *stopwatch time study* setiap elemen kerja pada 7 orang operator departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.27 di atas, telah menunjukkan bahwa seluruh data yang diambil berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Dengan demikian seluruh data pengamatan yang diambil telah seragam.

4.3.3 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah banyaknya data yang diambil pada pengamatan *stopwatch time study* telah mencukupi atau belum. Data yang digunakan dalam uji kecukupan adalah data pengamatan *stopwatch time study* yang dilakukan terhadap 7 orang operator pada masing-masing stasiun kerja departemen produksi PGT. Garahan Jember, dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut ini contoh perhitungan dari uji kecukupan data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*).

- $\Sigma x = 22 + 20 + 21 + 24 + 22 + \dots + 19 + 22 + 24 + 22 + 25 = 442$
- $(\Sigma x)^2 = 402^2 = 195364$
- $\Sigma(x^2) = 22^2 + 20^2 + 21^2 + 24^2 + \dots + 22^2 + 24^2 + 22^2 + 25^2 = 9834$
- $N = 20; k = 2; s = 5\%$
- $N' = \left[\frac{k \sqrt{n \times \Sigma(x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2 = \left[\frac{2 \sqrt{20 \times 9834 - 195364}}{403} \right]^2 = 11$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas untuk elemen kerja 1 Operator Melter Atas (*work station 1*) menunjukkan bahwa $N > N'$ yaitu $20 > 11$. Dimana N merupakan jumlah replikasi dari pengamatan *stopwatch time study* pada operator, sedangkan N' adalah jumlah data yang harus diambil. Maka dapat disimpulkan bahwa data pada elemen kerja 1 Operator Melter Atas telah memenuhi kecukupan data. Dengan rumus perhitungan yang sama, dapat diketahui nilai dari seluruh N' dari masing-masing elemen kerja pada setiap *work station*. Berikut hasil dari rekapan perhitungan uji kecukupan data dari seluruh elemen kerja pada masing-masing *work station* yang terdapat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Rekap Uji Kecukupan Data

Operator	Elemen Kerja	Σx (detik)	$(\Sigma x)^2$ (detik)	$\Sigma(x^2)$ (detik)	N'	N	Keterangan
Melter Atas	1	442	195368	9834	11	20	Data Cukup
	21	354	125316	9024	13	14	Data Cukup
	2b	356	126736	9116	11	14	Data Cukup
	3a	341	116281	7337	15	16	Data Cukup
	3b	350	122500	7732	16	16	Data Cukup
	4	515	265225	10245	7	26	Data Cukup
	5a	48	2304	192	0	12	Data Cukup
	5b	40	1600	160	0	10	Data Cukup
	6a	32	1024	64	0	16	Data Cukup
	6b	32	1024	64	0	16	Data Cukup
	7	569	323761	8721	38	38	Data Cukup

Tabel 4.28 Rekap Uji Kecukupan Data (lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	Σx (detik)	$(\Sigma x)^2$ (detik)	$\Sigma(x^2)$ (detik)	N'	N	Keterangan
Melter Bawah	1a	206	42436	2378	14	18	Data Cukup
	1b	200	40000	2242	14	18	Data Cukup
	2a	329	108241	5761	18	19	Data Cukup
	2b	345	119025	6011	16	20	Data Cukup
	3	2807	7879249	442693	18	18	Data Cukup
	4	2315	5359225	300551	15	18	Data Cukup
Washer	1	674	454276	75852	2	6	Data Cukup
	2	738	544644	91076	5	6	Data Cukup
	3	481	231361	38725	6	6	Data Cukup
	4	1427	2036329	340687	6	6	Data Cukup
	5	243	59049	7419	8	8	Data Cukup
	6	1026	1052676	132116	6	8	Data Cukup
	7a	88	7744	972	6	8	Data Cukup
	7b	86	7396	928	6	8	Data Cukup
	8	1470	2160900	241228	7	9	Data Cukup
	9a	189	35721	3985	6	9	Data Cukup
	9b	192	36864	4112	6	9	Data Cukup
	10a	24	576	72	0	8	Data Cukup
	10b	27	729	81	0	9	Data Cukup
	11a	9	81	9	0	9	Data Cukup
	11b	8	64	8	0	8	Data Cukup
	12a	122	14884	1250	12	12	Data Cukup
	12b	121	14641	1229	11	12	Data Cukup
	13	1911	3651921	305487	6	12	Data Cukup
	14a	45	2025	135	0	15	Data Cukup
	14b	45	2025	135	0	15	Data Cukup
	15a	39	1521	117	0	13	Data Cukup
	15b	45	2025	135	0	15	Data Cukup
	16a	77	5929	399	15	15	Data Cukup
	16b	77	5929	399	15	15	Data Cukup
	17a	143	20449	1473	13	14	Data Cukup
	17b	136	18496	1332	13	14	Data Cukup
	18	2465	6076225	436873	10	14	Data Cukup
	19a	42	1764	126	0	14	Data Cukup
	19b	39	1521	117	0	13	Data Cukup
20a	14	196	14	0	14	Data Cukup	
20b	14	196	14	0	14	Data Cukup	
21a	81	6561	471	8	14	Data Cukup	
21b	81	6561	471	8	14	Data Cukup	
22	4158	17288964	1244512	12	14	Data Cukup	
23a	100	10000	720	12	14	Data Cukup	
23b	98	9604	692	13	14	Data Cukup	
24a	106	11236	568	17	20	Data Cukup	
24b	103	10609	537	19	20	Data Cukup	
25a	76	5776	292	17	20	Data Cukup	
25b	76	5776	292	17	20	Data Cukup	
26a	38	1444	76	0	19	Data Cukup	
26b	36	1296	72	0	18	Data Cukup	
27a	76	5776	292	17	20	Data Cukup	
27b	75	5625	285	21	20	Data Cukup	
28a	253	64009	3241	20	20	Data Cukup	
28b	248	61504	3112	19	20	Data Cukup	
29	1428	2039184	256062	7	8	Data Cukup	

Tabel 4.28 Rekap Uji Kecukupan Data (lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	$\sum x$ (detik)	$(\sum x)^2$ (detik)	$\sum(x^2)$ (detik)	N'	N	Keterangan
Pemasak	1	204	41616	5220	6	8	Data Cukup
	2a	136	18496	2324	8	8	Data Cukup
	2b	136	18496	2324	8	8	Data Cukup
	3	238	56644	7114	8	8	Data Cukup
	4a	103	10609	1331	6	8	Data Cukup
	4b	102	10404	1306	7	8	Data Cukup
	5a	30	900	150	0	6	Data Cukup
	5b	30	900	150	0	6	Data Cukup
	6a	80	6400	804	8	8	Data Cukup
	6b	80	6400	804	8	8	Data Cukup
	7a	12	144	24	0	6	Data Cukup
	7b	14	196	28	0	7	Data Cukup
	8a	14	196	28	0	7	Data Cukup
	8b	12	144	24	0	6	Data Cukup
	9a	12	144	24	0	6	Data Cukup
	9b	12	144	24	0	6	Data Cukup
	10	651	423801	53237	8	8	Data Cukup
	11a	89	7921	995	8	8	Data Cukup
	11b	87	7569	951	8	8	Data Cukup
	12a	104	10816	1356	5	8	Data Cukup
12b	104	10816	1356	5	8	Data Cukup	
13	356	126736	5780	5	20	Data Cukup	
14a	28	784	112	0	7	Data Cukup	
14b	24	576	96	0	6	Data Cukup	
15	472	222784	7248	14	31	Data Cukup	
Canning	1	3989	15912121	435971	22	37	Data Cukup
	2	1526	2328676	49760	41	48	Data Cukup
	3	826	682276	7088	29	98	Data Cukup
	4	1828	3341584	34330	11	98	Data Cukup
	5	628	394384	5410	24	74	Data Cukup
	6	1104	1218816	25480	6	48	Data Cukup
	7	404	163216	1894	90	91	Data Cukup
	8	1156	1336336	191636	6	7	Data Cukup
	9	559	312481	13099	10	24	Data Cukup
	10	169	28561	1313	18	18	Data Cukup
	11	9046	81830116	1009032	77	85	Data Cukup
	12	2088	4359744	625122	6	7	Data Cukup
	13	204	41616	5956	3	7	Data Cukup
UPL	1	7015	49210225	2621481	19	19	Data Cukup
	2a	30	900	150	0	6	Data Cukup
	2b	30	900	150	0	6	Data Cukup
	3a	21	441	63	0	7	Data Cukup
	3b	18	324	54	0	6	Data Cukup
	4a	115	13225	1661	8	8	Data Cukup
	4b	114	12996	1632	7	8	Data Cukup
	5a	118	13924	1748	7	8	Data Cukup
	5b	113	12769	1603	7	8	Data Cukup
6	520	270400	33978	8	8	Data Cukup	
Pengemasan & Penyimpanan	1	3628	13162384	94258	153	153	Data Cukup
	2	2680	7182400	48372	49	153	Data Cukup
	3	1307	1708249	11403	34	153	Data Cukup
	4	2127	4524129	30263	38	153	Data Cukup
	5	1469	2157961	309689	7	7	Data Cukup

Tabel 4.28 Rekap Uji Kecukupan Data (lanjutan)

Operator	Elemen Kerja	$\sum x$ (detik)	$(\sum x)^2$ (detik)	$\sum(x^2)$ (detik)	N'	N	Keterangan
Pengemasan & Penyimpanan	6	119	14161	1015	6	14	Data Cukup
	7	143	20449	2053	6	10	Data Cukup
	8a	21	441	63	0	7	Data Cukup
	8b	21	441	63	0	7	Data Cukup
	9a	8	64	8	0	8	Data Cukup
	9b	8	64	8	0	8	Data Cukup
	10	785	616225	18773	9	33	Data Cukup
	11a	583	339889	11445	16	30	Data Cukup
	11b	572	327184	11026	18	30	Data Cukup
	12	349	121801	8171	10	15	Data Cukup
	13	97	9409	785	2	13	Data Cukup
	14	7163	51308569	870153	28	60	Data Cukup
	15	57	3249	1085	3	3	Data Cukup

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kecukupan data terhadap data pengamatan *stopwatch time study* setiap elemen kerja pada 7 orang operator departemen produksi PGT. Garahan Jember diperoleh bahwa seluruh nilai $N > N'$. Sehingga seluruh data yang diambil dinyatakan cukup. Keseluruhan data didapatkan selama 8 jam kerja yang memiliki jumlah frekuensi yang berbeda pada setiap elemen kerjanya.

4.3.4 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku (*standard time*) adalah waktu yang harus mencakup waktu semua elemen dalam operasi tersebut, akan tetapi banyak organisasi yang memiliki penilaian waktu baku pada setiap elemen kerja secara terpisah. Kemudian menentukan nilai *performance rating* serta *allowances* dalam menghitung waktu baku setiap elemen (Barnes, 1980:309). Sebelum melakukan perhitungan waktu baku maka akan dihitung waktu siklus dan waktu normal terlebih dahulu. Berikut ini contoh perhitungan waktu baku untuk elemen kerja 1 pada Operator Melter Atas (*work station 1*).

- $W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{442}{20} = 22,10 \text{ detik}$
- $W_n = W_s \times p = 22,10 \times 1 = 22,10 \text{ detik}$
- $W_b = \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}} = \frac{100\%}{100\% - 27,5\%} = 30,48 \text{ detik} = 0,008 \text{ jam}$

Berikut ini hasil perhitungan waktu baku setiap elemen kerja pada masing-masing *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.29 dibawah ini.

Tabel 4.29 Perhitungan Waktu Baku

Work station	Elemen Kerja	Ws (detik)	Wn (detik)	Wb (detik)	Wb (jam)
Melter Atas	1	22,10	22,10	30,48	0,008
	2a	25,29	25,29	34,88	0,010
	2b	25,43	25,43	35,07	0,010
	3a	21,31	21,31	29,40	0,008
	3b	21,88	21,88	30,17	0,008
	4	19,81	19,81	27,32	0,008
	5a	4,00	4,00	5,52	0,002
	5b	4,00	4,00	5,52	0,002
	6a	2,00	2,00	2,76	0,001
	6b	2,00	2,00	2,76	0,001
Melter Bawah	7	14,97	14,97	20,56	0,006
	1a	11,44	11,44	18,02	0,005
	1b	11,11	11,11	17,50	0,005
	2a	17,32	17,32	27,27	0,008
	2b	17,25	17,25	27,17	0,008
	3	155,94	155,94	245,58	0,068
Washer	4	128,61	128,61	202,54	0,056
	1	112,33	112,33	184,15	0,051
	2	123,00	123,00	201,64	0,056
	3	80,17	80,17	131,42	0,037
	4	237,83	237,83	389,89	0,108
	5	30,38	30,38	49,80	0,014
	6	128,25	128,25	210,25	0,058
	7a	11,00	11,00	18,03	0,005
	7b	10,75	10,75	17,62	0,005
	8	163,33	163,33	267,76	0,074
	9a	21,00	21,00	34,43	0,010
	9b	21,33	21,33	34,97	0,010
	10a	3,00	3,00	4,92	0,001
	10b	3,00	3,00	4,92	0,001
	11a	1,00	1,00	1,64	0,000
	11b	1,00	1,00	1,64	0,000
	12a	10,17	10,17	16,67	0,005
	12b	10,08	10,08	16,53	0,005
	13	159,25	159,25	261,07	0,073
	14a	3,00	3,00	4,92	0,001
	14b	3,00	3,00	4,92	0,001
	15a	3,00	3,00	4,92	0,001
	15b	3,00	3,00	4,92	0,001
	16a	5,13	5,13	8,42	0,002
	16b	5,13	5,13	8,42	0,002
	17a	10,21	10,21	16,74	0,005
	17b	9,71	9,71	15,93	0,004
	18	176,07	176,07	288,64	0,080
	19a	3,00	3,00	4,92	0,001
	19b	3,00	3,00	4,92	0,001
20a	1,00	1,00	1,64	0,000	
20b	1,00	1,00	1,64	0,000	
21a	5,79	5,79	9,48	0,003	
21b	5,79	5,79	9,48	0,003	
22	297,00	297,00	486,89	0,135	
23a	7,14	7,14	11,71	0,003	
23b	7,00	7,00	11,48	0,003	
24a	5,30	5,30	8,69	0,002	
24b	5,15	5,15	8,44	0,002	

Tabel 4.29 Perhitungan Waktu Baku (lanjutan)

Work station	Elemen Kerja	Ws (detik)	Wn (detik)	Wb (detik)	Wb (jam)
Washer	25a	3,80	3,80	6,23	0,002
	25b	3,80	3,80	6,23	0,002
	26a	2,00	2,00	3,28	0,001
	26b	2,00	2,00	3,28	0,001
	27a	3,80	3,80	6,23	0,002
	27b	3,75	3,75	6,15	0,002
	28a	12,65	12,65	20,74	0,006
	28b	12,40	12,40	20,33	0,006
	29	178,50	178,50	292,62	0,081
Pemasak	1	25,50	25,50	36,43	0,010
	2a	17,00	17,00	24,29	0,007
	2b	17,00	17,00	24,29	0,007
	3	29,75	29,75	42,50	0,012
	4a	12,88	12,88	18,39	0,005
	4b	12,75	12,75	18,21	0,005
	5a	5,00	5,00	7,14	0,002
	5b	5,00	5,00	7,14	0,002
	6a	10,00	10,00	14,29	0,004
	6b	10,00	10,00	14,29	0,004
	7a	2,00	2,00	2,86	0,001
	7b	2,00	2,00	2,86	0,001
	8a	2,00	2,00	2,86	0,001
	8b	2,00	2,00	2,86	0,001
	9a	2,00	2,00	2,86	0,001
	9b	2,00	2,00	2,86	0,001
	10	81,38	81,38	116,25	0,032
	11a	11,13	11,13	15,89	0,004
	11b	10,88	10,88	15,54	0,004
	12a	13,00	13,00	18,57	0,005
	12b	13,00	13,00	18,57	0,005
	13	17,80	17,80	25,43	0,007
	14a	4,00	4,00	5,71	0,002
	14b	4,00	4,00	5,71	0,002
	15	15,23	15,23	21,75	0,006
Canning	1	107,81	107,81	176,74	0,049
	2	31,79	31,79	52,12	0,014
	3	8,43	8,43	13,82	0,004
	4	18,65	18,65	30,58	0,008
	5	8,49	8,49	13,91	0,004
	6	23,00	23,00	37,70	0,010
	7	4,44	4,44	7,28	0,002
	8	165,24	165,24	270,73	0,075
	9	23,29	23,29	38,18	0,011
	10	9,39	9,39	15,39	0,004
	11	106,42	106,42	174,46	0,048
	12	298,29	298,29	488,99	0,136
	13	29,14	29,14	47,78	0,013
UPL	1	369,21	369,21	489,02	0,136
	2a	5,00	5,00	6,62	0,002
	2b	5,00	5,00	6,62	0,002
	3a	3,00	3,00	3,97	0,001
	3b	3,00	3,00	3,97	0,001
	4a	14,38	14,38	19,04	0,005
	4b	14,25	14,25	18,87	0,005

Tabel 4.29 Perhitungan Waktu Baku (lanjutan)

Work station	Elemen Kerja	Ws (detik)	Wn (detik)	Wb (detik)	Wb (jam)
	5a	14,75	14,75	19,54	0,005
	5b	14,13	14,13	18,71	0,005
	6	65,00	65,00	86,09	0,024
Pengemasan & Penyimpanan	1	23,71	23,71	36,04	0,013
	2	17,52	17,52	34,01	0,009
	3	8,54	8,54	16,59	0,005
	4	13,90	13,90	26,99	0,007
	5	209,86	209,86	407,49	0,113
	6a	6,00	6,00	11,65	0,003
	6b	6,00	6,00	11,65	0,003
	7	14,30	14,30	27,77	0,008
	8a	3,00	3,00	5,83	0,002
	8b	3,00	3,00	5,83	0,002
	9a	1,00	1,00	1,94	0,001
	9b	1,00	1,00	1,94	0,001
	10	23,79	23,79	46,19	0,013
	11a	19,43	19,43	37,73	0,010
	11b	19,07	19,07	37,02	0,010
12	23,27	23,27	45,18	0,013	
13	7,46	7,46	14,49	0,004	
14	119,38	119,38	231,81	0,064	
15	19,00	19,00	39,89	0,010	

4.3.5 Perhitungan Jumlah Operator

Dari perhitungan waktu standar maka dapat dihitung jumlah operator pada setiap stasiun kerja (*work station*) berdasarkan beban kerja yang dilakukan operator, yang didapatkan dari data jumlah frekuensi beban kerja operator selama 8 jam kerja. Jumlah operator adalah hasil perkalian dari frekuensi beban kerja pada setiap elemen kerja dengan waktu baku (*standard time*) pada setiap elemen kerja, dibagi dengan jam kerja operator. Berikut ini contoh perhitungan jumlah tenaga kerja pada *work station* 1.

$$N = \frac{P}{D} \times T = \frac{0,98 \text{ jam}}{8 \text{ jam/orang}} = 1 \text{ orang}$$

Untuk rincian data perhitungan jumlah operator dapat dilihat pada Lampiran 7. Berikut ini data perhitungan operator pada masing-masing *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember yang terdapat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perhitungan Jumlah Operator

	Work station						
	1	2	3	4	5	6	7
P x T (jam)	1,22	2,72	8,69	1,29	11,49	2,99	11,34
D (jam/orang)	8	8	8	8	8	8	8
N (orang)	1	1	2	1	2	1	2

Berdasarkan perhitungan jumlah operator yang terdapat pada Tabel 4.30, dapat dilihat bahwa *work station 2* (Washer), *work station 5* (Canning), dan *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan) memerlukan tenaga kerja sebanyak 2 orang, sedangkan pada *work station* lainnya hanya membutuhkan 1 orang saja. Akan tetapi pada kenyataannya, jumlah operator yang tersedia pada setiap *work station* hanya 1 orang. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan jumlah operator agar jumlah operator yang tersedia sesuai dengan beban kerja yang dikerjakan oleh operator.

4.4 REKOMENDASI PENURUNAN BEBAN KERJA

Beban kerja adalah sekumpulan atau sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh operator dalam jangka waktu tertentu. Setiap beban kerja yang diterima seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun mental pekerja yang menerima beban kerja tersebut agar tidak terjadi kelelahan (Sastrowinoto, 1985:118). Untuk mengurangi beban kerja yang diterima oleh operator departemen produksi PGT. Garahan Jember, maka akan diberikan beberapa rekomendasi penurunan beban kerja. Rekomendasi ini dipusatkan kepada operator yang memiliki beban kerja tinggi yang didasarkan pada perhitungan jumlah operator dengan pertimbangan persentase *cardiovascular load*. Berikut ini rekomendasi yang diberikan.

1. Menambah jumlah operator

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah pekerja berdasarkan beban kerja yang diterima oleh operator maka jumlah operator yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.31 Jumlah Tenaga Kerja Usulan

Work station	Operator	Tenaga Kerja (existing)	Tenaga Kerja (usulan)
1.	Melter Atas	1	1
2.	Melter Bawah	1	1
3.	Washer	1	2
4.	Pemasak	1	1
5.	Canning	1	2
6.	UPL	1	1
7.	Pengemasan & Penyimpanan	1	2

Tabel 4.31 menunjukkan bahwa terdapat 3 *work station* yang memerlukan penambahan jumlah operator yaitu operator *work station 3* (Washer), operator *work station 5* (Canning), dan operator *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan). Dimana pada setiap *work station* tersebut membutuhkan penambahan operator sebanyak

1 orang, sehingga pada 3 *work station* tersebut masing-masing akan memiliki jumlah operator sebanyak 2 orang. Kemudian akan dibuat peta kerja setempat yang digunakan untuk menganalisa dan memperbaiki proses kerja yang ada dalam suatu stasiun kerja. Dimana salah satunya adalah Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) yang merupakan alat yang baik guna menetapkan jumlah operator yang seharusnya dibutuhkan untuk mengoperasikan fasilitas produksi atau proses secara efektif. Peta Kelompok Kerja dilaksanakan dengan jalan membagi elemen kerja yang ada di antara anggota kelompok secara optimal dan menetapkan tugas masing-masing didalam mengoperasikan fasilitas kerja yang ada (Wignjosoebroto, 2003:148).

Untuk operator *work station* 3 (Washer) pembagian kerja akan dilakukan untuk menangani 6 fasilitas produksi. Dimana Operator Washer 1 akan menangani Tangki *Filter Gaf*, Tangki Asam Oksalat, Tangki Mixer, dan Tangki Setler. Sedangkan Operator Washer 2 akan menangani Tangki Scrubbing dan Tangki Washer. Pembagian kerja telah disesuaikan dengan waktu dari proses setiap fasilitas produksi dan elemen kerja dari *work station* 3. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) pada operator *work station* 3 dibuat selama satu kali proses produksi yang dalam sehari dapat melakukan sampai dengan 8 kali proses produksi, hal tersebut bergantung dari jumlah kedatangan bahan baku. Dimana Tangki *Filter Gaf* memiliki waktu kerja selama 18 menit dan waktu menganggur selama 31 menit, Tangki Asam Oksalat memiliki waktu kerja selama 10 menit dan waktu menganggur selama 33 menit, Tangki Mixer memiliki waktu kerja selama 39 dan waktu menganggur 4 menit, Tangki Scrubbing memiliki waktu kerja selama 33 menit dan waktu menganggur selama 5 menit, Tangki Washer memiliki waktu kerja selama 34 menit dan tidak memiliki waktu menganggur, dan untuk Tangki Setler memiliki waktu kerja selama 45 menit dan tidak memiliki waktu menganggur. Sedangkan untuk Operator Washer 1 memiliki waktu produktif selama 30 menit dan waktu non produktif selama 17 menit dan Operator Washer 2 memiliki waktu produktif selama 10 menit dan waktu non produktif selama 25 menit. Tabel Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) operator *work station* 3 (Washer) dapat dilihat pada Lampiran 7, dimana elemen kerja akan berulang selama proses produksi dalam 8 jam kerja.

Sedangkan untuk operator *work station* 5 (Canning) pembagian kerja dilakukan untuk menangani 1 fasilitas produksi dan beberapa pekerjaan manual (tanpa mesin). Pembagian kerja telah disesuaikan dengan waktu dari proses setiap fasilitas produksi dan elemen kerja dari *work station* 5. Berikut ini Peta Kelompok Kerja (*Gang Process*

Chart) dari operator *work station 5* (Canning) yang terdapat pada Tabel 4.32, dimana dalam sekali proses produksi akan dilakukan *canning* (pengisian drum) ± 13 drum. Hal tersebut bergantung pada banyaknya bahan baku yang di masak pada proses produksi.

Tabel 4.32 *Gang Process Chart* Operator Canning

Tangki Penuang Getah		Operator Canning 1		Operator Canning 2	
Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)
Pengisian gondorukem dari WS Pemasak	600	Cuci drum gondorukem 1	176,74	Cuci drum gondorukem 2	176,74
		Cuci drum gondorukem 3	176,74	Cuci drum gondorukem 4	176,74
		Bawa drum 1 dan 2 dari gudang persediaan menuju WS Canning	52,12	Bawa drum 3 & 4 dari gudang persediaan menuju WS Canning	52,12
		Cek bagian dalam dan luar drum 1	13,82	Cek bagian dalam dan luar drum 2	13,82
		Cek bagian dalam dan luar drum 3	13,82	Cek bagian dalam dan luar drum 4	13,82
		Beri nomor drum 1 dengan sablon	30,58	Beri tanggal pada drum 2 dengan spidol	13,91
		Beri nomor drum 3 dengan sablon	30,58	Beri tanggal pada drum 4 dengan spidol	13,91
		Beri nomor drum 2 dengan sablon	30,58	Beri tanggal pada drum 1 dengan spidol	13,91
		Beri nomor drum 4 dengan sablon	30,58	Beri tanggal pada drum 3 dengan spidol	13,91
Cek alat kerja dan kondisi Tangki Penuang	270,73	Tata drum 1 dan 2 dalam palet	15,39	Tata drum 1 dan 2 dalam palet	37,70
		Tata drum 3 dan 4 dalam palet		37,70	
		Letakkan tutup drum 1		7,28	
		Letakkan tutup drum 2		7,28	
		Letakkan tutup drum 3		7,28	
		Letakkan tutup drum 4		7,28	
		Letakkan/menarik palet pada timbangan		38,18	
Tarik pipa penuang menuju timbangan	15,39				
Pengisian gondorukem menuju drum ¹⁾	2231,45	Isi drum 1 dengan larutan getah	174,46	Tata drum pada palet dan meletakkan palet pada timbangan untuk proses selanjutnya	226,33
		Isi drum 2 dengan larutan getah	174,46		
		Isi drum 3 dengan larutan getah	174,46		
		Isi drum 4 dengan larutan getah	174,46		
		Catat volume pengisian drum pada setiap proses ²⁾	47,78	Bersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem ²⁾	481,99
Waktu kerja	2831,45 (47 min)	Waktu produktif ¹⁾	4019,21 (67 min)	Waktu produktif ¹⁾	2739,17 (46 min)
Waktu menganggur	747,47 (13 min)				

¹⁾ Waktu kerja tersebut didapatkan setelah melakukan *canning* ± 13 drum

²⁾ Elemen kerja tersebut dilakukan setelah melakukan *canning* ± 13 drum

Berdasarkan Tabel 4.32 di atas, dapat diketahui bahwa waktu kerja dari Tangki Penuang yaitu selama 47 menit dan waktu menganggur selama 13 menit. Waktu menganggur dari fasilitas produksi adalah waktu tunggu dari Tangki Penuang karena

larutan getah yang masih diolah pada proses sebelumnya yaitu pada proses pemasakan (*idle time*). Sedangkan untuk operator Canning 1 memiliki waktu produktif selama 67 menit dan waktu produktif operator Canning 2 selama 46 menit untuk satu kali *canning*, sedangkan rata-rata *canning* dilakukan sebanyak ± 6 kali bergantung dari jumlah kedatangan bahan baku. Sehingga didapatkan waktu produktif dan waktu non produktif untuk Operator Canning 1 dan Operator Canning 2 dalam sehari adalah sebagai berikut:

- Waktu produktif:

$$\begin{aligned} \text{Operator Canning 1} &= 67 \text{ menit} \times 6 \text{ kali } \textit{canning} \\ &= 402 \text{ menit} = 6,7 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Operator Canning 2} &= 46 \text{ menit} \times 6 \text{ kali } \textit{canning} \\ &= 276 \text{ menit} = 4,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Waktu non produktif:

$$\begin{aligned} \text{Operator Canning 1} &= (8 \text{ jam} \times 60) - 402 \text{ menit} \\ &= 78 \text{ menit} = 1,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Operator Canning 2} &= (8 \text{ jam} \times 60) - 276 \text{ menit} \\ &= 204 \text{ menit} = 3,4 \text{ jam} \end{aligned}$$

Kemudian pada operator *work station 7* (Pengemasan & Penyimpanan) pembagian kerja dilakukan untuk menangani 1 fasilitas produksi dan beberapa pekerjaan manual (tanpa mesin). Pembagian kerja telah disesuaikan dengan waktu dari proses setiap fasilitas produksi dan elemen kerja dari *work station 7*. Akan tetapi, karena pengemasan drum gondorukem dan pengisian drum terpentin yang menjadi tugas Operator Pengemasan & Penyimpanan memiliki lokasi *work station* yang terlampau jauh. Pembagian kerja akan dilakukan berdasarkan elemen kerja yang menyesuaikan pada kondisi *work station* yang memiliki 2 lokasi kerja. Untuk Operator Pengemasan & Penyimpanan 1 akan berada pada lokasi A yaitu untuk pengisian drum terpentin, sedangkan Pengemasan & Penyimpanan 2 akan berada pada lokasi B yaitu pengemasan drum gondorukem. Tabel Peta Pekerja dan Mesin (*Man and Machine Process Chart*) dari Operator Pengemasan & Penyimpanan (*work station 7*) untuk lokasi A yang terdapat pada Lampiran 8.

Dari tabel *Man and Machine Process Chart* Operator Pengemasan & Penyimpanan (*work station 7*) untuk lokasi A dapat diketahui bahwa waktu kerja dari Tangki Isotank adalah selama 33 menit dan waktu menganggur selama 5 menit untuk

satu kali proses pengisian larutan terpentin ke dalam drum. Dengan banyaknya drum yang diisi yaitu sebanyak ± 6 drum untuk satu kali proses pengisian larutan terpentin. Hal tersebut bergantung pada hasil dari proses pemasakan pada *work station* 4 dan kebutuhan larutan terpentin untuk proses pengenceran larutan getah pada *work station* 1 (Melter Atas). Sehingga dalam sehari dapat dilakukan proses pengisian terpentin ± 10 kali pengisian dengan total kedatangan drum rata-rata sebanyak ± 60 drum tiap kedatangan dari konsumen. Untuk Operator Pengemasan & Penyimpanan pada lokasi A dengan tugas pengisian larutan terpentin memiliki waktu produktif selama 39 menit, sehingga didapatkan waktu produktif dan waktu non produktif selama sehari adalah sebagai berikut:

- Waktu produktif (± 160 drum) = $39 \text{ menit} \times \left(\frac{60 \text{ drum}}{6 \text{ drum}}\right) = 390 \text{ menit} \sim 6,5 \text{ jam}$
- Waktu non produktif = $(8 \text{ jam} \times 60) - 390 \text{ menit} = 90 \text{ menit} \sim 1,5 \text{ jam}$

Sedangkan untuk *Operator Process Chart* dari Operator Pengemasan & Penyimpanan yang berada pada lokasi B, dapat dilihat pada Lampiran 9. Dimana dapat diketahui waktu kerja dari Operator Pengemasan & Penyimpanan pada lokasi B yaitu dengan tugas pengemasan drum gondorukem, memiliki waktu produktif selama 32 menit untuk pengemasan sebanyak 12 drum gondorukem. Pada keadaan di lapangan, operator akan mengisikan 12 drum terlebih dahulu dan kemudian akan membersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem dari hasil pengemasan untuk diproses kembali. Sehingga didapatkan waktu produktif dan waktu non produktif dalam sehari untuk Operator Pengemasan & Penyimpanan pada lokasi B adalah sebagai berikut:

- Waktu produktif (± 150 drum) = $32 \text{ menit} \times \left(\frac{150 \text{ drum}}{12 \text{ drum}}\right) = 416 \text{ menit} \sim 6,93 \text{ jam}$
- Waktu non produktif = $(8 \text{ jam} \times 60) - 416 \text{ menit} = 64 \text{ menit} \sim 1,067 \text{ jam}$

2. Membagi pekerjaan (diperbantukan) dengan operator *work station* lain

Membagi pekerjaan atau elemen kerja dengan operator *work station* lain, dapat juga dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Operator yang akan membantu pekerjaan, memiliki beban kerja atau persentase *cardiovascular load* yang rendah.
- Operator yang akan membantu pekerjaan, memiliki elemen kerja yang sedikit dan waktu kelonggaran (*allowance*) yang cukup.
- Letak *work station* antara operator yang membutuhkan penambahan tenaga kerja dan operator yang akan membantu pekerjaan saling berdekatan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka Operator Washer dapat diperbantukan pekerjaannya oleh Operator UPL. Hal ini dikarenakan beban kerja atau persentase yang dimiliki oleh Operator UPL sangat rendah, yaitu 9,55%. Kemudian elemen kerja dari Operator UPL pun juga sedikit yaitu 6 elemen kerja dengan rentang waktu kerja yang pendek pada setiap elemen, sehingga Operator UPL memiliki waktu kelonggaran (*allowance*) yang cukup panjang. Selain itu, letak dari *work station* Operator Washer dan Operator UPL saling berdekatan. Dimana pada keadaan yang sesungguhnya di lapangan atau lantai produksi, Operator UPL memang sering kali membantu pekerjaan yang dilakukan oleh Operator Washer.

Untuk Operator Canning dan Operator Pengemasan & Penyimpanan yang juga membutuhkan penambahan jumlah tenaga kerja, tidak dapat dilakukan pembagian kerja dengan alasan letak dari *work station* kedua operator tersebut sulit untuk dijangkau oleh operator lain. Sehingga dikhawatirkan akan meningkatkan beban kerja operator lain yang akan membantu pekerjaan kedua operator tersebut. Oleh karena itu, akan dibuat Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) dari Operator Washer dan Operator UPL, dimana pembagian kerja akan dilakukan untuk menangani 8 fasilitas produksi. Dimana Operator Washer akan menangani Tangki *Filter Gaf*, Tangki Asam Oksalat, Tangki Mixer dan Tangki Setler. Sedangkan Operator UPL akan menangani Tangki Penampung Limbah, Tangki Penampung Getah, Tangki Scrubbing, dan Tangki Washer. Untuk Tangki Setler akan ditangani oleh kedua operator. Pembagian kerja telah disesuaikan dengan waktu dari proses setiap fasilitas produksi dan elemen kerja dari *work station 3* dan *work station 6*. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) pada operator *work station 3* dan *work station 6* dibuat selama satu kali proses produksi yang dalam sehari dapat melakukan sampai dengan 8 kali proses produksi, hal tersebut bergantung dari jumlah kedatangan bahan baku.

Dimana Tangki *Filter Gaf* memiliki waktu kerja selama 13 menit dan waktu menganggur selama 31 menit, Tangki Asam Oksalat memiliki waktu kerja selama 10 menit dan waktu menganggur selama 33 menit, Tangki Mixer memiliki waktu kerja selama 39 dan tidak memiliki waktu menganggur, Tangki Scrubbing memiliki waktu kerja selama 33 menit dan waktu menganggur selama 2,64 menit, Tangki Washer memiliki waktu kerja selama 34 menit dan tidak memiliki waktu menganggur, dan untuk Tangki Setler memiliki waktu kerja selama 45 menit dan waktu menganggur 0,64 menit, Tangki Penampung Limbah memiliki waktu kerja selama 44 menit dan tidak

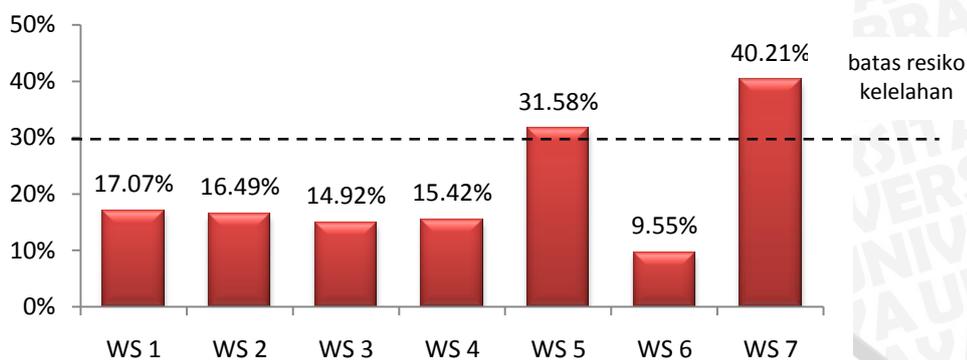
memiliki waktu menganggur, dan untuk Tangki Penampung Getah memiliki waktu kerja selama 17 menit dan waktu menganggur selama 27 menit. Sedangkan untuk Operator Washer memiliki waktu produktif selama 35 menit dan waktu non produktif selama 19 menit dan Operator UPL memiliki waktu produktif selama 16 menit dan waktu non produktif selama 19 menit. Tabel Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*) operator *work station* 3 (Washer) dapat dilihat pada Lampiran 10, dimana elemen kerja akan berulang selama proses produksi dalam 8 jam kerja.

4.5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan antara ketiga penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Dimana pada penelitian yang dilakukan oleh Hima dan Umami (2011) menggunakan metode *cardiovascular load* (CVL) dengan mengukur denyut nadi/jantung untuk mengetahui beban kerja operator. Harryanto (2003) menggunakan metode *stopwatch time study* untuk menentukan jumlah tenaga kerja. Wardaveira (2013) menggunakan metode *stopwatch time study* untuk menentukan jumlah operator dan mesin dengan rekomendasi pembuatan SOP. Dari pemaparan di atas penelitian yang dilakukan oleh peneliti memiliki kelebihan apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Dimana pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah operator pada setiap *work station* yang menggunakan metode *stopwatch time study* dengan mempertimbangkan analisa *cardiovascular load* untuk menunjukkan beban kerja fisik operator. Hasil dari *cardiovascular load* akan membuktikan bahwa penambahan jumlah operator akan sesuai dengan beban kerja fisik yang diterima operator selama bekerja, sedangkan hal tersebut tidak dilakukan oleh ketiga penelitian terdahulu.

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data denyut nadi/jantung operator departemen produksi PGT. Garahan Jember dengan alat bantu *heart rate monitor* yang berupa jam tangan, dimana alat tersebut digunakan oleh operator selama pengamatan berlangsung yaitu selama 8 jam. Kemudian dilakukan perhitungan persentase *cardiovascular load* (%CVL) dari data Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat (DNI) yang telah didapatkan pada pengumpulan data denyut nadi/jantung operator. Berdasarkan hasil perhitungan persentase *cardiovascular load* (%CVL) yang telah dilakukan pada 7 orang operator

departemen produksi PGT. Garahan Jember, maka didapatkan %CVL dari masing-masing operator yang terdapat pada Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Grafik Data Persentase *Cardiovascular Load*

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa terdapat 2 operator yang memiliki nilai persentase *cardiovascular load* (%CVL) > 30% yang berarti melebihi batas risiko kelelahan. Batas risiko kelelahan yang dimaksudkan adalah batas dari rentang waktu yang dibutuhkan operator untuk kembali ke denyut nadi normal atau kemampuan tubuh seseorang untuk melakukan pemulihan setelah melakukan aktivitas. Operator yang memiliki nilai %CVL > 30% yaitu operator *work station* 5 (Canning) dengan nilai %CVL sebesar 31,58%, yang disebabkan karena beban kerja operator yang tinggi. Dimana kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh adalah cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Sastrowinoto, 1985:105).

Operator Canning harus melakukan pekerjaan yaitu mencuci, mengangkat, dan menyablon drum pengemasan gondorukem serta mengisi drum dengan larutan gondorukem yang memiliki suhu titik didih $\pm 170^{\circ}\text{C}$. Selain beban kerja yang tinggi, panasnya larutan yang akan diisi ke dalam drum membuat suhu lingkungan yang tinggi atau panas. Kemudian operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) dengan nilai %CVL tertinggi yaitu sebesar 40,21%, memiliki beban kerja yang tinggi dibandingkan dengan seluruh operator pada *work station* lainnya dimana sebagian besar elemen kerjanya dilakukan secara manual. Dalam melakukan pengemasan drum gondorukem operator harus bekerja dengan posisi tubuh membungkuk dengan jumlah drum yang harus ditutup ± 150 drum per hari. Suhu lingkungan dari ruang pengemasan yang tinggi atau panas, juga merupakan penyebab meningkatnya denyut jantung dari operator. Selain melakukan pengemasan pada drum gondorukem, Operator Pengemasan

& Penyimpanan juga harus melakukan *canning* atau pengisian larutan terpendin ke dalam drum.

Oleh karena itu, pekerjaan yang dilakukan oleh kedua operator tersebut cenderung memiliki rentang waktu yang lama untuk melakukan pemulihan, hal ini bergantung pada beban kerja yang diterima oleh operator. Semakin berat beban kerja, maka semakin lambat denyut nadi untuk kembali normal (Sutalaksana, 2006:80). Dengan demikian beban kerja yang diterima oleh operator *work station* 5 (Canning) dan operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) lebih besar dibandingkan operator pada *work station* lainnya yang memiliki nilai %CVL < 30% yaitu operator *work station* 1 (Melter Atas) dengan nilai sebesar 17,07%, operator *work station* 2 (Melter Bawah) dengan nilai sebesar 16,49%, operator *work station* 3 (Washer) dengan nilai sebesar 14,92%, operator *work station* 4 dengan nilai sebesar 15,42%, dan operator *work station* 6 dengan nilai sebesar 9,55%.

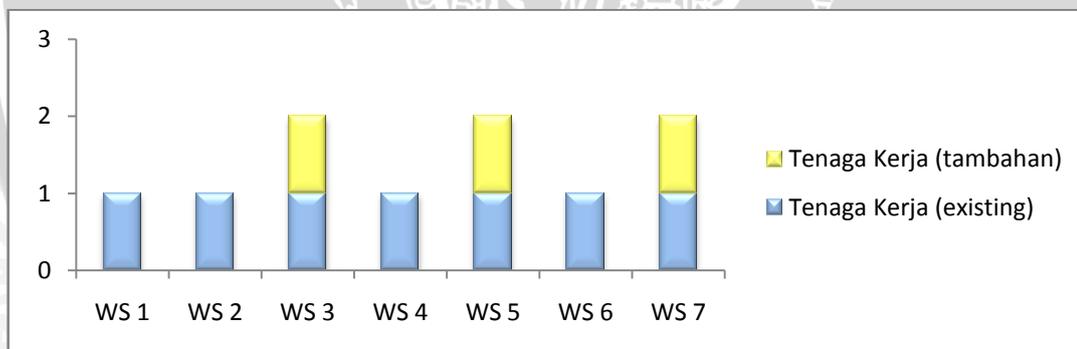
Setelah melakukan analisa beban kerja fisik, langkah kedua yang dilakukan adalah melakukan pengumpulan data *stopwath time study*. Dimana terdapat langkah-langkah dalam pelaksanaan metode *stopwatch time study* yaitu memilih operator dan mendefinisikan pekerjaan yang akan diteliti, membagi operasi kerja menjadi elemen-elemen kerja secara detail, melakukan pengambilan data dengan alat bantu *stopwatch*, melakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data, menghitung waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku. Dari pengumpulan data yang telah dilakuakn pada 7 operator departemen produksi, seluruh operator memiliki total 89 elemen kerja yang harus dilakukan dengan jumlah elemen kerja yang berbeda pada setiap *work station*. Frekuensi beban kerja pada setiap elemen kerja pun berbeda, hal tersebut dapat dilihat pada rekap data perhitungan waktu baku pada Tabel 4.33 dibawah ini dengan rincian data pada Lampiran 11.

Tabel 4.33 Rekap Data Waktu Baku

WS	Operator	Jumlah Elemen Kerja	Jumlah Frekuensi Beban Kerja	Total Waktu Baku	Total Waktu Produktif (jam)
1	Melter Atas	7	214	3,84 menit ~ 0,06 jam	1,22
2	Melter Bawah	4	112	9 menit ~ 0,15 jam	2,72
3	Washer	29	621	51,96 menit ~ 0,87 jam	8,69
4	Pemasak	15	239	7,86 menit ~ 0,13 jam	1,29
5	Canning	13	694	22,68 menit ~ 0,38 jam	11,49
6	UPL	6	91	11,61 menit ~ 0,19 jam	2,99
7	Pengemasan & Penyimpanan	15	867	17,46 menit ~ 0,29 jam	11,34

Dari Tabel 4.33 dapat dilihat adanya perbedaan jumlah elemen kerja dengan frekuensi beban kerja yang berbeda pada setiap elemen kerja tersebut, hal ini dikarenakan menyesuaikan kondisi proses produksi. Dengan contoh pada proses pencucian akhir larutan getah yaitu pada *work station* 3 di Tangki Washer. Proses tersebut dapat dilakukan lebih dari satu kali dengan pertimbangan mutu atau kualitas bahan baku yang akan diolah. Semakin banyak kotoran yang ada pada larutan getah atau mutu bahan baku yang rendah, maka proses pencucian pada Tangki Washer dapat dilakukan lebih dari satu kali. Hal ini membuat frekuensi beban kerja pada elemen kerja yang dilakukan pada Tangki Washer akan lebih banyak dan menyebabkan jumlah elemen kerja yang berbeda dengan elemen kerja lain. Dari waktu produktif yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaan, juga terdapat 3 operator yang memiliki waktu produktif lebih dari 8 jam kerja yang disediakan perusahaan. Sehingga dibutuhkan penambahan jumlah tenaga kerja agar operator dapat menyelesaikan pekerjaannya.

Dalam perhitungan jumlah operator pada departemen produksi yang telah dilakukan pada sub bab pengolahan data didapatkan jumlah operator yang dibutuhkan pada setiap *work station* yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Grafik Data Jumlah Operator

Berdasarkan Gambar 4.5, terdapat 3 *work station* yang membutuhkan penambahan operator dari jumlah operator yang tersedia pada perusahaan yaitu 1 orang tiap *work station*. Hal ini sesuai dengan hasil persentase *cardiovascular load*, dimana operator *work station* 5 (Canning) memiliki nilai %CVL sebesar 31,58% yang melebihi batas risiko kelelahan sehingga membutuhkan penambahan operator yaitu sebanyak 1 operator. Untuk operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) yang juga memiliki nilai %CVL sebesar 40,21% yang melebihi batas risiko kelelahan sehingga membutuhkan penambahan operator yaitu sebanyak 1 operator. Akan tetapi, untuk

operator *work station* 3 (Washer) juga memerlukan jumlah operator sebanyak 1 operator. Meskipun hasil perhitungan persentase *cardiovascular load* pada operator *work station* 3, memiliki nilai persentase tidak melebihi batas risiko kelelahan yaitu sebesar 14,92% yang berarti tidak adanya kelelahan saat bekerja. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah elemen kerja yang harus dikerjakan oleh Operator Washer pada *work station* 3 yaitu sebanyak 29 elemen kerja pada 6 fasilitas produksi dengan frekuensi beban kerja yang dilakukan sejumlah 621 kali. Sehingga waktu yang dibutuhkan Operator Washer dalam bekerja akan lebih lama dengan catatan adanya penambahan *allowance* pada saat bekerja. Dengan demikian jumlah operator yang dibutuhkan pada departemen produksi PGT. Garahan Jember adalah sebanyak 10 orang dari 7 orang operator yang saat ini tersedia, yang berarti terdapat penambahan operator sebanyak 3 orang.



BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan dari penelitian yang telah dilakukan.

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dari 7 orang operator departemen produksi, terdapat 2 operator dengan persentase *cardiovascular load* (%CVL) $> 30\%$ yang berarti pekerjaan yang mereka kerjakan memerlukan perbaikan atau menyebabkan kelelahan selama bekerja. Dimana operator tersebut adalah pada operator Canning dengan %CVL sebesar 31,58% dan operator Pengemasan & Penyimpanan dengan %CVL sebesar 40,21%. Sedangkan untuk 5 operator lainnya, memiliki persentase *cardiovascular load* (%CVL) $< 30\%$ yang berarti pekerjaan yang mereka kerjakan tidak menyebabkan terjadinya kelelahan. Dengan persentase *cardiovascular load* (%CVL) sebesar 17,07% untuk operator Melter Atas, 16,49% untuk operator Melter Bawah, 14,92% untuk operator Washer, 15,42% untuk operator Pemasak, dan 9,55% untuk operator UPL.
2. Terdapat 89 elemen kerja yang harus dilakukan oleh 7 orang operator departemen produksi. Dimana operator *work station* 1 (Melter Atas) menjalankan 7 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 214 tugas dengan waktu produktif selama 73 menit, operator *work station* 2 (Melter Bawah) menjalankan 4 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 112 tugas dengan waktu produktif selama 163 menit, operator *work station* 3 (Washer) menjalankan 29 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 621 tugas dengan waktu produktif selama 521 menit, operator *work station* 4 (Pemasak) menjalankan 15 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 239 tugas dengan waktu produktif selama 77 menit, operator *work station* 5 (Canning) menjalankan 13 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 694 tugas dengan waktu produktif selama 689 menit, operator *work station* 6 (UPL) menjalankan 6 elemen kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 91 tugas dengan waktu produktif selama 179 menit, dan operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan) menjalankan 15 elemen

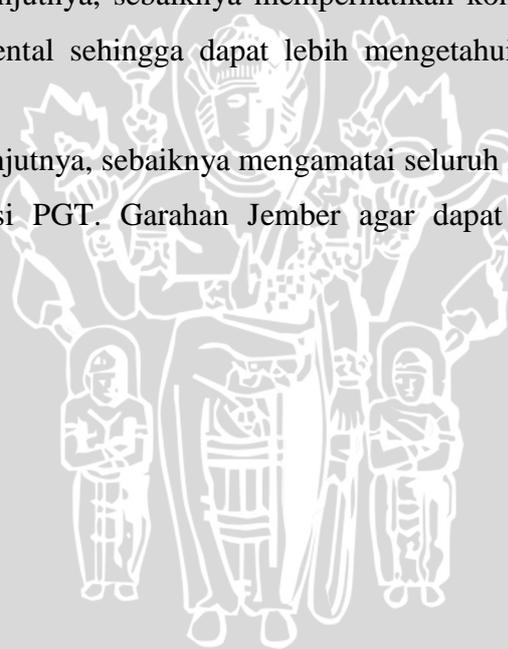
kerja dalam frekuensi beban kerja sebanyak 867 tugas dengan waktu produktif selama 680 menit.

3. Jumlah operator yang dibutuhkan dalam setiap *work station* departemen produksi PGT. Garahan Jember adalah 1 pekerja untuk operator *work station* 1 (Melter Atas), 1 pekerja untuk operator *work station* 2 (Melter Bawah), 2 pekerja untuk operator *work station* 3 (Washer), 1 pekerja untuk operator *work station* 4 (Pemasak), 2 pekerja untuk operator *work station* 5 (Canning), 1 pekerja untuk operator *work station* 6 (Unit Pengolahan Limbah), dan 2 pekerja untuk operator *work station* 7 (Pengemasan & Penyimpanan).

5.2 SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya memperhatikan kondisi beban kerja fisik dan beban kerja mental sehingga dapat lebih mengetahui kondisi beban kerja seorang pekerja.
2. Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya mengamatai seluruh *shift* yang berada pada departemen produksi PGT. Garahan Jember agar dapat melihat beban kerja seluruh operator.



DAFTAR PUSTAKA

- Buana, YadauwWira, 2013, *Nordic Body Map Questionare*, Yogyakarta: Slideshare.
<http://www.slideshare.net/yadauwwirabuana/nordic-bodymap-questionare>, diakses pada hari, Jumat 14 November 2014 Pk. 22.53
- Barnes, Ralph Mosser, 1980, *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, United States of America: Quinn – Woodbine, Inc.
- Christense, E. H., 1991, *Physiology of Work: Encyclopedia of Occupational Health and Safety*, Janewa: ILO. www.ilo.org, diakses pada hari, Sabtu pada 1 November 2014 Pk. 10.03
- Hart, S. G., Wickens, C. D., 1990, *Workload Assessment and Prediction*, New York: Van Nostrand Reinhold.
- Harryanto, Franky, 2008, *Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Pengukuran Waktu dengan Menggunakan Metode Stopwatch Time Study Pada Bagian Packing Glycerine di PT. Sinar Oleochemical International*, Skripsi tidak dipublikasikan, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hima, Amalia Faikhotul & Umami, M.K., 2011, “*Evaluasi Beban Kerja Operator Mesin pada Departemen Log and Veeneer Preparation di PT. XYZ*”, Jurnal Teknik dan Manajemen Industri, Vol 6 No.2, Hal: 106-113.
- International Ergonomics Association (IEA)*, 2002, *Definition Domains of Ergonomics*, Zurich: IEA. www.iea.cc, diakses pada hari Jumat, 10 Oktober 2014 Pk. 13.40 WIB
- Kromer, K.H.E., Kroemer, H. B., and Kroemer Elbert, K. E., 2002, *Ergonomic: How to Design for Ease and Efficiency (2nd end)*, New Jersey: Prentice Hall of International.
- Nurmianto, Eko, 2004, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Surabaya: GunaWidya.
- Rodahl, K., 1989, *The Physiology of Work*, London: Taylor and Francis.
- Sastrowinoto, Suyatno, 1985, *Meningkatkan Produktivitas Dengan Ergonomi*, Jakarta: PT. Pertja.
- Suma'mur, 1996, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Jakarta: Gunung Agung.

Susanto, Grace W., 2001, *Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kepuasan Kerja Karyawan*, Skripsi tidak dipublikasikan, Semarang: Universitas Diponegoro.

Sutalaksana, I. Z., Anggawirasastra, R & Tjakkraatmad, J.H., 2006, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung

Tarwaka, Bakri, S. H. A., dan Sudiajeng, L., 2004, *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta: UNIBA Press.

Umar, Husein, 2008, *Metode Penelitian Untuk Skripsidan Tesis Bisnis*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Wardaveira, Efriscia, 2013. *Perencanaan Jumlah Operator dan Mesin Pada Divisi Packaging PT. Kimia Farma (Persero) Tbk. Unit Plant Watudakon Jombang*, Skripsi tidak dipublikasikan, Malang: Universitas Brawijaya.

Wignjoesebroto, Sritomo, 2003, *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, Surabaya: GunaWidya.



Lampiran 1

KUESIONER *NORDIC BODY MAP*

Identitas Responden

Nama :

Umur : tahun

Jenis kelamin : laki-laki wanita

Karyawan bagian : selama: tahun

Anda diminta untuk menilai apa yang Anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada gambar Peta Bagian Tubuh dibawah ini. Penilaian ini digunakan untuk mengetahui keluhan yang terjadi pada bagian tubuh akibat dari beban kerja selama bekerja. Apakah bagian tubuh yang sudah diberikan nomor tersebut tidak terasa sakit (pilih A), sedikit sakit (pilih B), sakit (pilih C) dan sangat sakit (pilih D). Pilih huruf pilihan Anda dengan memberikan tanda \checkmark pada kolom Tingkat Kesakitan, sesuai dengan kondisi yang Anda rasakan.

No.	Lokasi	Tingkat Kesakitan				Peta Bagian Tubuh
		A	B	C	D	
0	Sakit/kaku pada leher atas					
1	Sakit pada leher bawah					
2	Sakit pada bahu kiri					
3	Sakit pada bahu kanan					
4	Sakit pada lengan atas kiri					
5	Sakit pada punggung					
6	Sakit pada lengan atas kanan					
7	Sakit pada pinggang					
8	Sakit pada pantat (buttock)					
9	Sakit pada pantat (bottom)					
10	Sakit pada siku kiri					
11	Sakit pada siku kanan					
12	Sakit pada lengan bawah kiri					
13	Sakit pada lengan bawah kanan					
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri					
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan					
16	Sakit pada tangan kiri					
17	Sakit pada tangan kanan					
18	Sakit pada paha kiri					
19	Sakit pada paha kanan					
20	Sakit pada lutut kiri					
21	Sakit pada lutut kanan					
22	Sakit pada betis kiri					
23	Sakit pada betis kanan					
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri					
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan					
26	Sakit pada kaki kiri					
27	Sakit pada kaki kanan					

Terima kasih atas partisipasi Anda dalam pengisian kuesioner ini.

Responden

()

Lampiran 2

Performance Rating Westinghouse System

1. Skill (keterampilan)

Kategori	Ciri-ciri
<i>Super Skill</i>	1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya
	2. Bekerja dengan sempurna
	3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik
	4. Gerakan-gerakannya halus tetapi sangat cepat
	5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan mesin
	6. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya
	7. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah otomatis)
	8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan bersangkutan adalah pekerjaan yang baik
<i>Excellent Skill</i>	1. Percaya pada diri sendiri
	2. Tampak cocok dengan pekerjaannya
	3. Terlihat telah terlatih baik
	4. Bekerjanya teliti dengan tidak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan
	5. Gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan
	6. Menggunakan peralatan dengan baik
	7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
	8. Bekerjanya cepat tapi halus
	9. Bekerjanya berirama dan terkoordinasi
<i>Good Skill</i>	1. Kualitas hasil baik
	2. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerja lainnya
	3. Memberikan petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah
	4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
	5. Tidak memerlukan banyak pengawasan
	6. Tiada keragu-raguan
	7. Bekerja stabil
	8. Gerakan-gerakannya terkoordinasi dengan baik
	9. Gerakan-gerakannya cepat
<i>Average Skill</i>	1. Tampak adanya kepercayaan diri sendiri
	2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat
	3. Terlihatnya ada pekerjaan yang telah terencana
	4. Tampak sebagai pekerja yang cakap
	5. Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu-raguan
	6. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan baik
	7. Tampak cukup terlatih dan kerennya mengetahui seluk beluk
	8. Bekerja cukup teliti
	9. Secara keseluruhan cukup memuaskan
<i>Fair Skill</i>	1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik
	2. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya
	3. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum beraktivitas
	4. Tidak memiliki kepercayaan diri yang cukup
	5. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak selalu tidak yakin
	6. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah lama ditempatkan dipekerjaan tersebut
	7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan sendiri
	8. Jika tidak bekerja sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah
	9. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan-gerakannya
<i>Poor Skill</i>	1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran
	2. Gerakan-gerakannya kaku
	3. Kelihatan ketidakyakinan pada urutan-urutan gerakan
	4. Seperti tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
	5. Terlihat tidak adanya kecocokan dengan pekerjaannya
	6. Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan kerja
	7. Sering melakukan kesalahan
	8. Tidak adanya kepercayaan diri sendiri
	9. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri

Sumber: Sutalaksana (2006:160)

2. Effort (usaha)

Kategori	Ciri-ciri
<i>Super Effort</i>	1. Kecepatannya sangat berlebihan
	2. Usahnya sangat sungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya
	3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari
<i>Excellent Effort</i>	1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya tinggi
	2. Gerakan-gerakan lebih ekonomis daripada operator lainnya
	3. Penuh perhatian pada pekerjaannya
	4. Banyak memberi saran-saran
	5. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang
	6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
	7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari
	8. Bangga atas kelebihannya
	9. Gerakan-gerakan yang salah terjadi dangat jarang sekali
	10. Bekerja sistematis
	11. Kerana lancarnya, perpindahan dari satu elemen ke elemen lainnya tidak terlihat
<i>Good Effort</i>	1. Bekerja berirama
	2. Saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada
	3. Penuh perhatian pada pekerjaannya
	4. Senang pada pekerjaannya
	5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari
	6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
	7. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang
	8. Dapat memberikan saran-saran untuk perbaikan pekerjaan
	9. Tempat kerja diatur dengan rapi dan baik
	10. Memelihara dengan baik kondisi peralatan
	11. Menggunakan alat-alat dengan tepat dan baik
<i>Average Effort</i>	1. Tidak sebaik <i>good skill</i> , tetapi lebih baik dari <i>poor skill</i>
	2. Bekerja dengan stabil
	3. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya
	4. <i>Set up</i> dilakukan dengan baik
	5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan
<i>Fair Effort</i>	1. Saran-saran yang baik diterima dengan kesal
	2. Kadang-kadang perhatian tidak ditunjukkan pada pekerjaannya
	3. Kurang sungguh-sungguh
	4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya
	5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku
	6. Alat-alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik
	7. Terlihat kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya
	8. Terlampau hati-hati
	9. Sistematis kerjanya sedang-sedang saja
<i>Poor Effort</i>	1. Banyak membuang-buang waktu
	2. Tidak memperhatikan adanya minat bekerja
	3. Tidak mau menerima saran-saran
	4. Tampak malas dan lambat bekerja
	5. Melakukan gerakan-gerakanyang tidak perlu
	6. Tempat kerjanya tidak diatur rapi
	7. Tidak peduli pada cocok atau baik tidaknya peralatan yang digunakan
	8. Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
	9. <i>Set up</i> kerjanya terlihat tidak baik

Sumber: Sutalaksana (2006:162)

3. Condition (kondisi)

Kondisi kerja dibagi menjadi enam kelas, *ideal*, *excellent*, *good*, *average*, *fair*, dan *poor*. Kondisi yang ideal tidak selalu sama bagi setiap pekerjaan karena didasarkan karakteristiknya masing-masing pekerjaan membutuhkan kondisi *ideal* sendiri-sendiri.

Pada dasarnya kondisi *ideal* adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan kinerja maksimal dari pekerja. Kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan atau bahkan sangat menghambat pencapaian kinerja yang baik (Sutalaksana, 2006:164).

4. *Consistency* (konsistensi)

Konsistensi dibagi menjadi enam kelas yaitu *perfect*, *excellent*, *good*, *average*, *fair*, dan *poor*. Seseorang yang bekerja *perfect* adalah yang dapat bekerja dengan waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tetap dari saat ke saat. Konsistensi yang *poor* terjadi bila dari waktu-waktu penyelesaiannya berselisih jauh dari rata-rata secara acak. Konsistensi rata-rata atau *average* adalah bila selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar walaupun ada satu dua yang “letaknya” jauh (Sutalaksana, 2006:164).



Lampiran 3

Tabel Waktu Kelonggaran (*Allowances*)

No	Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
				Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan					
1.	Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0 – 6,0	0,0 – 6,0
2.	Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00 – 2,25 kg	6,0 – 7,5	6,0 – 7,5
3.	Ringan	Menyekop, ringan	2,25 – 9,0 kg	7,5 – 12,0	7,5 – 16,00
4.	Sedang	Mencangkul	9,0 – 18,0 kg	12,0 – 19,0	16,00 – 30,00
5.	Berat	Mengayun palu yang berat	18,0 – 27,0 kg	19,0 – 30,0	
6.	Sangat berat	Memanggul beban	27,0 – 50,0 kg	30,0 – 50,0	
7.	Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		
Sikap kerja					
1.	Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00 – 1,0	
2.	Berdiri di atas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 – 2,5	
3.	Berdiri di atas 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 kedua kaki		4,0 – 10,0	
B. 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-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala		5 – 10	
5.	Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit		10 -15	
C. Kelelahan mata *)				Pencahayaan Baik	Pencahayaan Buruk
1.	Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		0,0 – 6,0	0,0 – 6,0
2.	Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0 – 7,5	6,0 – 7,5
3.	Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		7,5 – 12,0	7,5 – 16,0
4.	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah			12,0 – 19,0	16,0 – 30,0
5.	Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap	Memeriksa cacat-cacat pada kain		19,0 – 30,0	
6.	Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah			30,0 – 50,0	

Sumber: Sutamaksana (2006: 170)

No	Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran (%)	
			Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelelahan Normal Kelelahan Berlebihan
D. Keadaan suhu tempat kerja **)				
1.	Beku		Di bawah 0	Di atas 10 Di atas 12
2.	Rendah		0 – 13	10 – 0 12 – 5
3.	Sedang		13 – 22	5 – 0 8 – 0
4.	Normal		22 – 28	0 – 5 0 – 8
5.	Tinggi		28 – 38	5 – 40 8 – 100
6.	Sangat tinggi		Di atas 38	Di atas 40 Di atas 100
E. Keadaan atmosfer***)				
1.	Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0
2.	Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0 – 5
3.	Kurang baik	Adanya debu-debu beracun atau tidak beracun tapi banyak		5 – 10
4.	Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan		10 – 20
F. 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-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0 – 5
6.	Terasa adanya getaran lantai			5 – 10
7.	Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5 – 10

Sumber: Satalaksana (2006: 171)

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

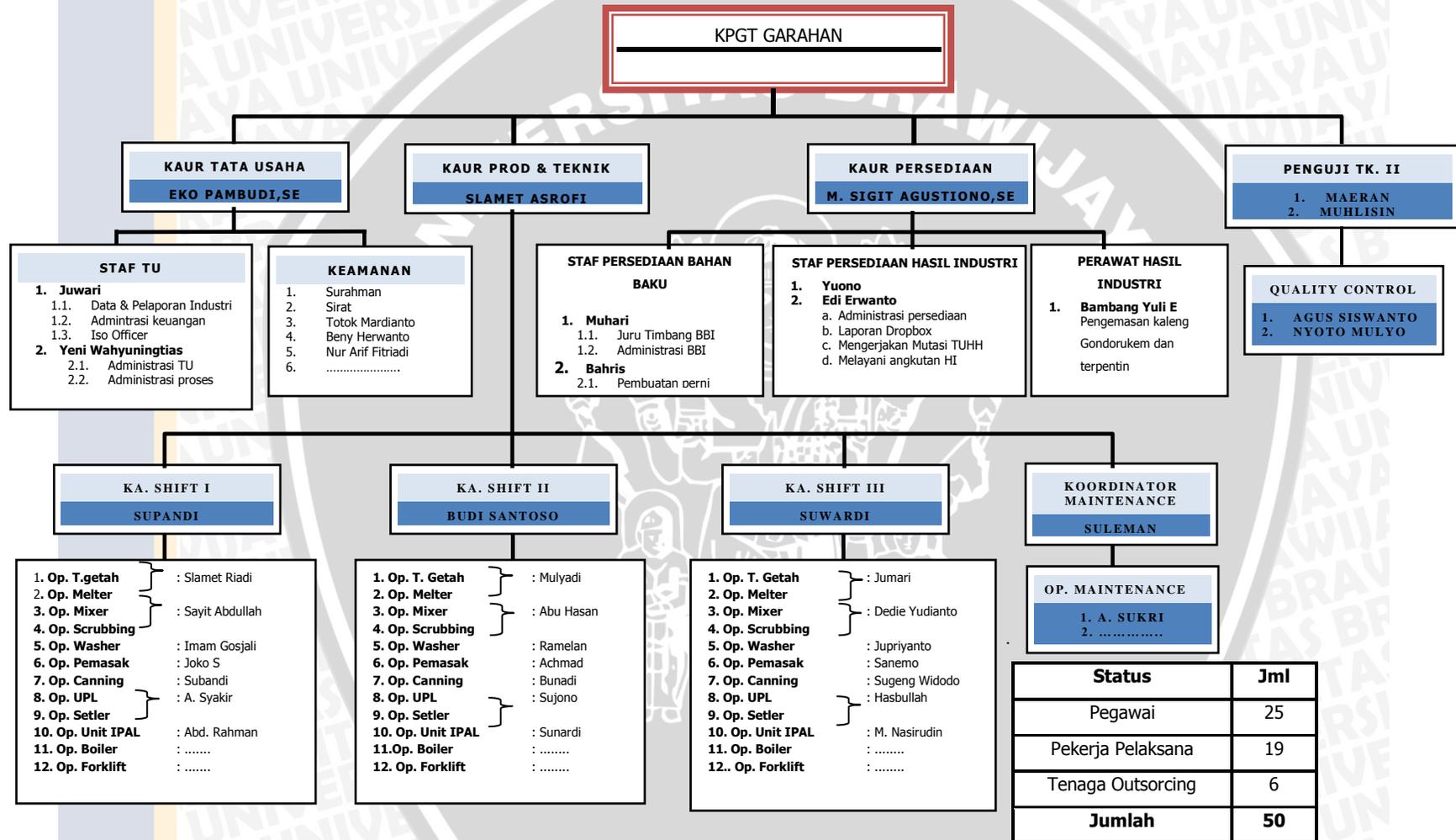
***) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

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

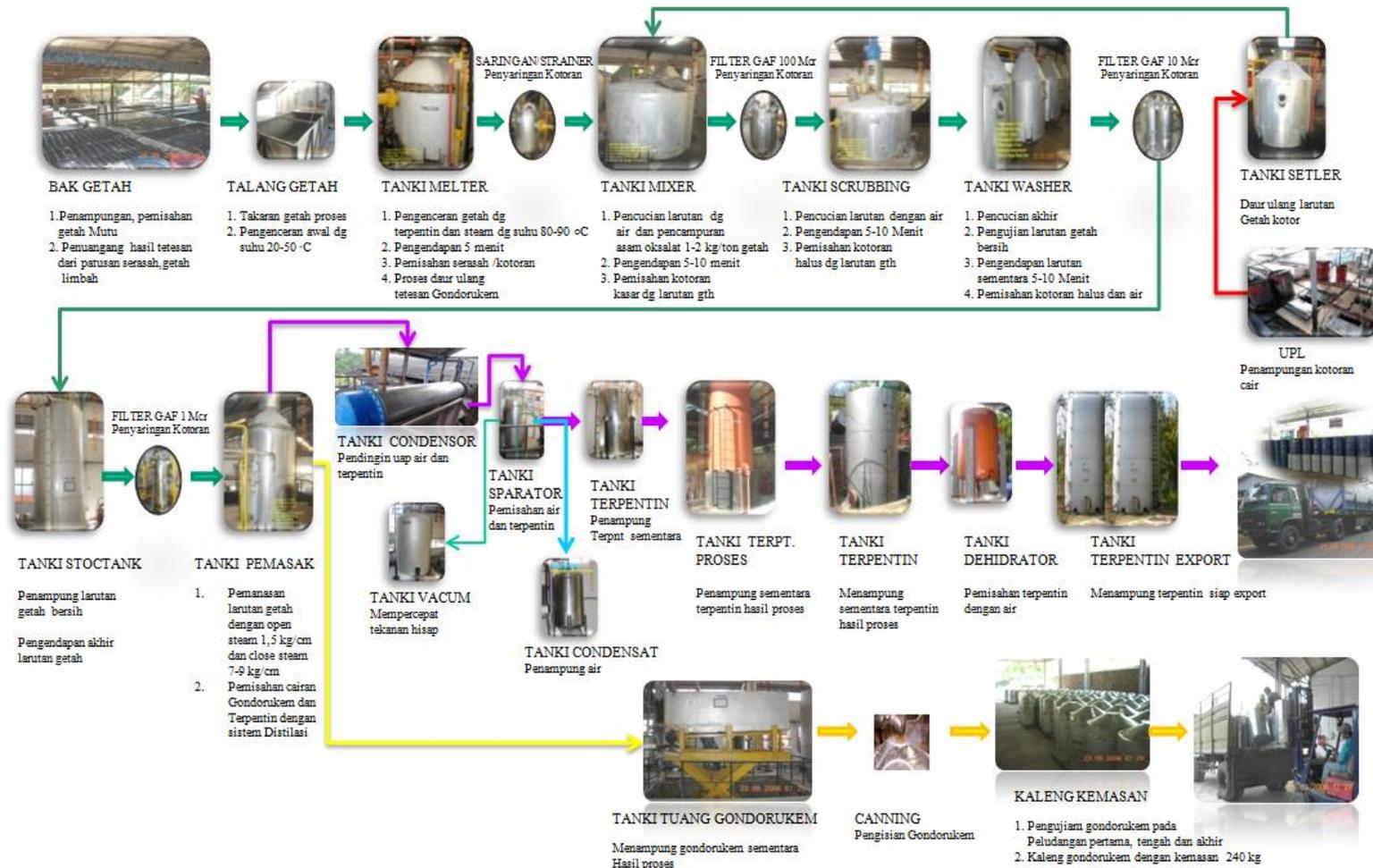
Catatan pelengkap: kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0 – 2,5%

Wanita = 2 – 5%

Struktur Organisasi Pabrik Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember



Alur Proses Produksi Pabrik Gondorukem & Terpentin (PGT) Garahan Jember



Lampiran 6

**Data Denyut Nadi Kerja (DNK) dan Denyut Nadi Istirahat
Operator Departemen Produksi PGT. Garahan Jember**

Data Ke-	WS 1		WS 2		WS3		WS 4		WS 5		WS 6		WS 7	
	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI
1	81	62	72	60	65	62	59	56	74	61	63	58	80	60
2	81	61	70	59	61	61	61	55	78	61	67	59	84	60
3	78	61	63	58	67	60	62	54	86	60	64	58	82	59
4	82	59	64	57	79	60	65	53	90	59	56	58	90	60
5	77	58	61	56	61	61	65	52	96	58	59	57	99	61
6	69	60	66	55	72	62	64	51	92	57	62	56	109	62
7	68	62	64	55	77	61	65	52	96	57	58	55	129	61
8	74	62	65	55	69	60	68	52	105	56	65	54	132	60
9	77	63	61	54	80	59	69	52	116	57	70	53	146	58
10	79	62	61	55	76	58	72	52	120	57	67	52	138	57
11	82	61	62	56	73	57	83	52	116	58	62	51	145	58
12	76	62	64	57	66	56	88	53	101	59	62	52	136	57
13	72	60	65	58	67	55	83	54	109	60	59	52	130	57
14	76	60	69	58	79	56	90	53	102	61	83	53	127	56
15	75	60	73	59	82	55	86	52	94	60	89	54	98	57
16	79	61	75	58	86	55	72	53	89	61	85	55	87	58
17	81	60	73	59	81	55	76	54	87	62	79	54	90	59
18	79	59	71	58	83	54	76	55	90	60	73	55	86	58
19	76	60	69	59	77	53	70	56	87	61	67	54	82	57
20	79	61	82	58	69	54	73	57	81	61	61	55	87	56
21	88	62	85	57	79	55	68	56	89	61	65	56	83	57
22	91	63	88	57	80	56	69	55	85	62	69	57	85	58
23	94	64	92	56	76	57	69	54	91	61	73	57	90	59
24	94	63	86	55	73	58	69	53	99	60	70	56	99	60
25	92	62	81	54	68	59	64	52	96	59	67	55	127	60
26	90	62	82	54	80	58	59	51	101	58	62	54	133	60
27	86	63	79	53	79	57	64	50	113	59	58	55	146	60
28	83	64	75	54	86	56	65	51	109	58	59	54	138	61
29	79	62	72	55	90	55	65	50	118	58	61	55	145	60
30	75	62	76	56	86	54	73	51	101	57	63	56	139	59
31	82	63	72	57	87	55	70	52	111	56	62	57	125	58
32	89	62	70	57	84	56	88	52	91	55	61	56	119	57
33	85	61	71	56	80	57	80	52	94	56	59	56	98	58
34	80	61	70	57	65	57	90	53	88	55	57	56	90	57
35	84	62	72	58	83	56	84	53	81	54	56	57	87	57
36	82	63	73	59	78	58	75	52	90	54	59	58	82	57
37	88	64	72	60	77	59	73	53	83	53	57	59	85	57
38	86	62	78	61	83	58	76	54	79	54	57	58	88	58

Data Ke-	WS 1		WS 2		WS3		WS 4		WS 5		WS 6		WS 7	
	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI
39	87	62	82	60	75	57	76	55	82	55	58	57	83	59
40	84	63	80	60	74	56	69	54	77	56	58	56	89	58
41	79	64	85	59	81	55	73	55	91	57	57	55	95	57
42	77	65	88	60	78	54	70	56	90	58	58	56	118	57
43	80	64	86	61	84	54	71	57	91	59	60	57	126	58
44	79	65	87	59	79	54	73	58	89	58	58	56	134	59
45	75	65	89	58	74	55	66	57	90	57	62	55	143	60
46	79	64	92	57	74	55	66	56	96	56	66	54	139	61
47	84	63	86	56	72	56	69	55	106	58	60	53	146	62
48	80	63	85	55	81	56	73	54	115	59	58	53	140	61
49	78	62	82	54	81	57	72	54	109	60	57	52	137	61
50	81	62	79	54	75	58	59	55	97	61	64	51	130	60
51	78	61	76	54	74	59	67	56	102	62	70	52	122	59
52	77	62	78	53	73	60	79	57	99	61	73	51	104	60
53	81	61	74	54	74	59	79	58	92	62	79	52	95	60
54	79	61	70	53	74	58	75	57	86	62	87	53	84	60
55	75	61	72	53	73	57	78	56	90	61	90	54	88	59
56	78	60	70	54	74	56	69	55	86	60	87	55	89	58
57	82	59	69	55	72	56	68	54	83	60	89	54	80	57
58	75	58	73	56	82	56	72	53	87	60	91	53	85	58
59	87	59	72	56	86	55	73	52	84	60	82	54	85	58
60	91	59	69	57	79	56	73	51	90	61	85	55	89	59
61	95	58	65	56	73	55	78	50	89	60	76	54	90	60
62	92	59	64	55	71	54	72	51	88	59	73	53	92	61
63	88	60	62	54	70	53	76	52	87	58	70	53	98	60
64	83	61	63	54	70	54	76	53	92	57	72	52	109	61
65	79	62	59	55	73	55	76	54	83	56	69	51	125	62
66	73	62	63	56	79	56	70	55	81	57	63	52	111	61
67	70	62	66	57	83	57	65	54	79	57	71	53	99	60
68	75	62	70	58	81	56	63	53	83	58	64	54	107	59
69	76	63	72	59	87	57	69	52	87	59	56	55	99	59
70	69	62	71	58	76	58	72	52	84	60	59	56	93	58
71	70	61	73	59	71	58	73	53	84	59	62	57	97	57
72	73	60	72	58	70	57	79	52	91	58	58	56	103	58
73	76	61	70	57	70	56	73	52	89	57	64	57	95	57
74	80	62	73	56	81	55	72	52	85	56	70	58	99	56
75	86	62	75	55	87	55	72	52	87	55	67	59	88	56
76	90	61	78	54	85	56	65	53	79	56	62	58	89	57
77	94	60	76	53	84	57	62	54	81	56	62	57	82	58
78	97	60	80	54	79	58	59	55	82	57	59	56	83	59
79	87	61	84	53	82	59	65	56	94	58	65	55	80	59
80	80	61	86	53	74	60	64	57	103	58	64	54	84	60

Data Ke-	WS 1		WS 2		WS3		WS 4		WS 5		WS 6		WS 7	
	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI	DNK	DNI
81	79	61	85	54	73	59	62	58	102	58	71	53	89	61
82	82	62	89	55	72	60	62	57	113	58	67	53	84	60
83	83	63	92	56	72	59	62	56	99	58	64	53	97	61
84	78	64	91	57	71	58	78	55	103	58	67	53	118	62
85	70	63	92	58	70	60	83	54	99	58	70	53	123	61
86	77	63	87	59	70	61	80	55	93	59	69	54	109	62
87	72	63	88	60	69	62	79	56	89	60	58	55	89	61
88	79	64	83	61	79	61	72	57	92	61	62	54	92	60
89	84	63	80	60	68	61	67	58	88	60	63	53	98	60
90	79	62	82	60	72	60	67	59	79	59	67	52	95	60
91	80	62	79	59	70	59	79	58	83	58	61	52	91	59
92	82	61	80	58	74	58	72	57	84	57	61	53	89	58
93	83	60	77	58	68	57	69	56	90	58	60	54	86	58
94	76	60	74	59	70	58	68	55	79	59	63	55	83	57
95	73	60	76	58	79	57	64	54	78	60	58	56	80	58
96	75	61	70	57	74	58	62	53	82	60	66	56	82	57



Lampiran 7

Tabel Gang Process Chart Operator Washer

Filter Gaf		Tangki Asam Oksalat		Tangki Mixer		Tangki Scrubbing		Tangki Washer		Tangki Setler		Operator Washer 1		Operator Washer 2													
Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)												
Pembersihan filter gaf	385,79	Pemberian larutan oleh operator	260	Larutan getah masuk dari Tangki Melter	300	Mengisikan air 200 – 250 ltr	120	Mengisikan air 200 – 250 ltr	120	Isikan larutan getah hasil endapan	300	Lepas Filter Gaf	184,15	Buka valve pipa air Tangki Scrubbing	4,92												
												Bersihkan Filter Gaf	201,64	Berjalan menuju Tangki Washer	5,00												
												Berjalan menuju Tangki Asam Oksalat	5,00	Buka valve pipa air Tangki Washer	6,23												
												Timbang asam oksalat	49,80	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00												
												Tuang dan aduk larutan dengan air	210,25	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	93,93												
Mengirim larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer	60	Mengirim larutan asam oksalat menuju Tangki Mixer	60	Larutan Asam Oksalat masuk dari Tangki Asam Oksalat	60	Aduk dengan open steam selama ±3 menit	180	Panaskan air selama ±5 menit, sampai ventilasi mengeluarkan asap	300	Endapkan larutan getah selama ±15 menit	900	Buka valve larutan asam oksalat menuju mixer	18,03	Tekan tombol on open steam Tangki Scrubbing	1,64												
												Tutup valve larutan asam oksalat menuju mixer	17,62	Berjalan menuju Tangki Washer	5,00												
												Buka valve pipa air Tangki Mixer	4,92	Tutup valve pipa air Tangki Washer	6,23												
												Tutup valve pipa air Tangki Mixer	110,16	Buka valve steam Tangki Washer	3,28												
												Buka valve steam Tangki Mixer	4,92	Buka valve ventilasi Tangki Washer	6,23												
												Buka valve steam Tangki Mixer	4,92	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00												
												Tutup valve steam Tangki Mixer	4,92	Tekan tombol off open steam Tangki Scrubbing	1,64												
												Berjalan menuju Tangki Filter Gaf	5,00	Berjalan menuju Tangki Washer	5,00												
												Mengirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Kirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Larutan getah masuk dari Tangki Scrubbing	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Pasang Filter Gaf	389,89	Tutup valve steam Tangki Washer	3,28
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Tutup valve ventilasi Tangki Washer	6,15
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	162,13
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Buka valve blow down kotoran di Tangki Scrubbing	9,48
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Washer	5,00
																								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Buka valve blow down kotoran di Tangki Washer	8,69
Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00																								
Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	137,51																								
Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Tutup valve blow down kotoran di Tangki Scrubbing	15,93																								
Mengirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Kirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Larutan getah masuk dari Tangki Scrubbing	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Buka valve blow down air dan kotoran di Tangki Mixer	8,42	Buka valve pengiriman getah dari Tangki Scrubbing Tangki menuju Tangki Washer	11,71												
												Berjalan menuju Tangki Setler	5,00	Berjalan menuju Tangki Washer	5,00												
												Berjalan menuju Tangki Setler	102,31	Tutup valve blow down kotoran di Tangki Washer	8,44												
												Berjalan menuju Tangki Mixer	34,43	Buka valve larutan menuju stock tank	20,74												
												Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00												
Mengirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Kirim larutan getah dari Tangki Scrubbing menuju Tangki Washer	300	Larutan getah masuk dari Tangki Scrubbing	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Tutup valve blow down air dan kotoran di Tangki Mixer	8,42	Tutup valve pengiriman getah dari Tangki Scrubbing Tangki menuju Tangki Washer	11,48												
												Berjalan menuju Tangki Filter Gaf	5,00														
												Cuci pompa	131,42														

Tabel Gang Process Chart Operator Washer (lanjutan)

Filter Gaf		Tangki Asam Oksalat		Tangki Mixer		Tangki Scrubbing		Tangki Washer		Tangki Setler		Operator Washer 1		Operator Washer 2			
Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)		
Mengirim larutan dari Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing	180			Kirim larutan getah menuju Tangki Scrubbing	180	Larutan getah masuk dari Tangki Mixer	180	Larutan getah masuk dari Tangki Scrubbing	300	Blow down kotoran selama ±5 menit	300	Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00	Berkjalan menuju Tangki Washer	5,00		
								Buka valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing	16,74			Buka valve pipa air Tangki Washer	6,23				
								Berjalan menuju Tangki Setler	5,00								
								Tutup valve blow down Tangki Setler	34,97			Tutup valve larutan menuju stock tank	20,33				
								Buka valve pipa air Tangki Setler	4,92								
								Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00			Tutup valve pipa air Tangki Washer	6,23				
								Tutup valve pengiriman getah Tangki Mixer menuju Tangki Scrubbing	43,42								
								Berjalan menuju Tangki Setler	5,00			Buka valve steam Tangki Washer	3,28				
								Aduk dengan open steam selama ±3 menit	40,81								
								Tekan tombol on open steam Tangki Setler	4,92			Buka valve ventilasi Tangki Washer	6,23				
Tekan tombol on open steam Tangki Setler	1,64																
Pemberian larutan oleh operator	260		Larutan getah masuk dari Tangki Melter	300				Panas air selama ±5 menit, sampai ventilasi mengeluarkan asap	300	Pengendapan minimal ±10 menit	600	Berjalan menuju Tangki Asam Oksalat	5,00	Berkjalan menuju Tangki Scrubbing	4,92		
												Timbang asam oksalat	49,80			Buka valve pipa air Tangki Scrubbing	110,16
												Tuang dan aduk larutan dengan air	210,25				
												Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00			Tutup valve pipa air Tangki Scrubbing	4,92
												Buka valve pipa air Tangki Mixer	4,92				
												Berjalan menuju Tangki Asam Oksalat	5,00			Berkjalan menuju Tangki Washer	5,00
												Buka valve larutan asam oksalat menuju mixer	18,03				
												Tutup valve larutan asam oksalat menuju mixer	24,35			Tutup valve steam Tangki Washer	3,28
												Berjalan menuju Tangki Mixer	5,00				
												Tutup valve pipa air Tangki Mixer	4,92			Tutup valve ventilasi Tangki Washer	6,15
Buka valve steam Tangki Mixer	4,92																
	36,01	Berkjalan menuju Tangki Scrubbing	5,00														
Tutup valve steam Tangki Mixer	4,92																
Berjalan menuju Tangki Setler	5,00	Tekan tombol off open steam Tangki Scrubbing	1,64														
Buka valve blow down Tangki Setler	34,43																
Tutup valve blow down Tangki Setler	230,60	Berkjalan menuju meja kerja	7,38														
	34,97																
		Catat hasil kerja pada WS 3	292,62														
Waktu kerja	1057,21 (18 min)	Waktu kerja	610 (10min)	Waktu kerja	2340 (39 min)	Waktu kerja	1980 (33 min)	Waktu kerja	2040 (34 min)	Waktu kerja	2700 (45 min)	Waktu produktif	1814,29 (30 min)	Waktu produktif	565,84 (10 min)		
Waktu menganggur	1842,74 (31 min)	Waktu menganggur	1986,12 (33min)	Waktu menganggur	215,25	Waktu menganggur	285,53	Waktu menganggur	-	Waktu menganggur	-	Waktu non produktif	1012,91 (17 min)	Waktu non produktif	1527,85 (25 min)		

Lampiran 8

Man and Machine Process Chart Operator Pengemasan & Penyimpanan Lokasi A

Tangki Isotank		Operator Pengemasan & Penyimpanan 1	
Operasi	Waktu (detik)	Operasi	Waktu (detik)
		Buka valve output terpentin	11,65
		Berjalan menuju tempat pengisian terpentin	30,00
		Tata drum 1 & 2 dalam palet	46,19
		Tata drum 3 & 4 dalam palet	46,19
		Tata drum 5 & 6 dalam palet	46,19
		Atur posisi pipa isotank tepat pada pipa tangki persediaan	27,77
Pompa hidup		Hidupkan pompa	1,94
Pengisian terpentin dari Tangki Persediaan ³⁾	2029,49	Buka valve output menuju isotank	5,83
		Tarik drum pada timbangan	45,18
		Buka tutup drum 1	37,73
		Buka tutup drum 2	37,73
		Buka tutup drum 3	37,73
		Buka tutup drum 4	37,73
		Atur posisi pipa diatas drum 1	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 1	231,81
		Atur posisi pipa diatas drum 2	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 2	231,81
		Atur posisi pipa diatas drum 3	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 3	231,81
		Atur posisi pipa diatas drum 4	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 4	231,81
		Tutup, tutup drum 1	37,02
		Tutup, tutup drum 2	37,02
		Tutup, tutup drum 3	37,02
		Tutup, tutup drum 4	37,02
		Tarik drum pada timbangan	45,18
		Buka tutup drum 5	37,73
		Buka tutup drum 6	37,73
		Atur posisi pipa diatas drum 5	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 5	231,81
		Atur posisi pipa diatas drum 6	14,49
		Isi drum dengan larutan terpentin drum 6	231,81
		Tutup, tutup drum 5	34,89
Tutup tutup drum 6	34,89		
Tutup valve output menuju isotank	11,26		
Pompa mati		Matikan pompa	1,49
		Berjalan menuju tangki terpentin	30,00
		Tutup valve output terpentin	11,65
		Catat hasil proses pengisian terpentin	36,89
Waktu kerja	2032,47 (34 min)	Waktu produktif ⁴⁾	2319,45 (39 min)
Waktu menganggur	286,98 (5 min)		

³⁾ Pengisian terpentin dari Tangki Persediaan dilakukan sebanyak kedatangan drum terpentin dari konsumen, dengan rata-rata sebanyak ± 60 drum tiap kedatangan

⁴⁾ Dalam satu proses dilakukan pengisian larutan terpentin ± 6 drum, bergantung pada hasil dari proses pemasakan larutan gondorukem

Lampiran 9

Operator Process Chart untuk Operator Pengemasan & Penyimpanan Lokasi B

Pengemasan Gondorukem ⁵⁾	Operator Pengemasan & Penyimpanan 1	
	Operasi	Waktu (detik)
Drum 1	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 2	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 3	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 4	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 5	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 6	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 7	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 8	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 9	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 10	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 11	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
Drum 12	Cek bagian ujung drum dengan memukul drum	46,04
	Press tutup drum	34,01
	Ratakan bentuk kerucut drum	16,59
	Rapatkan tutup drum yang masih tidak tertutup rapat	26,99
	Bersihkan sisa-sisa serpihan gondorukem	407,49
Waktu produktif		1891,05 (32 min)

- ⁵⁾ Pengemasan gondorukem dilakukan sebanyak ± 150 drum setiap harinya setelah di diamkan selama 3 hari setelah proses *canning*. Akan tetapi, jumlah tersebut bergantung pada banyaknya bahan baku yang di masak pada proses produksi.

Lampiran 11

Tabel Perhitungan Jumlah Operator

Work Station	Elemen Kerja	Wb (jam)	Frekuensi Beban Kerja	Wb x Frekuensi beban kerja	Jam Kerja	Jumlah Tenaga Kerja
				(A)	(B)	
Melter Atas	1	0,008	22	0,18	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{1,22}{8} = 0,15$ $= 1 \text{ orang}$
	2a	0,010	14	0,14		
	2b	0,010	14	0,14		
	3a	0,008	16	0,13		
	3b	0,008	16	0,13		
	4	0,008	26	0,20		
	5a	0,002	14	0,02		
	5b	0,002	14	0,02		
	6a	0,001	20	0,02		
6b	0,001	20	0,02			
7	0,006	38	0,22			
Total waktu produktif				1,22		
Melter Bawah	1a	0,005	18	0,09	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{2,72}{8} = 0,34$ $= 1 \text{ orang}$
	1b	0,005	18	0,09		
	2a	0,008	20	0,15		
	2b	0,008	20	0,15		
	3	0,068	18	1,23		
4	0,056	18	1,01			
Total waktu produktif				2,72		
Washer	1	0,051	6	0,31	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{8,69}{8} = 1,09$ $= 2 \text{ orang}$
	2	0,056	6	0,34		
	3	0,037	6	0,65		
	4	0,108	6	0,22		
	5	0,014	8	0,11		
	6	0,058	8	0,47		
	7a	0,005	8	0,04		
	7b	0,005	8	0,04		
	8	0,074	9	0,67		
	9a	0,010	9	0,09		
	9b	0,010	9	0,09		
	10a	0,001	9	0,01		
	10b	0,001	9	0,01		
	11a	0,000	9	0,00		
	11b	0,000	9	0,00		
	12	0,005	12	0,87		
	13a	0,005	12	0,06		
	13b	0,073	12	0,06		
	14a	0,001	15	0,02		
	14b	0,001	15	0,02		
	15a	0,001	15	0,02		
	15b	0,001	15	0,02		
	16a	0,002	15	0,04		
	16b	0,002	15	0,04		
	17	0,005	14	1,12		
	18a	0,004	14	0,07		
	18b	0,080	14	0,06		
	19a	0,001	14	0,02		
	19b	0,001	14	0,02		
20a	0,000	14	0,01			
20b	0,000	14	0,01			
21a	0,003	14	0,04			
21b	0,003	14	0,04			
22	0,135	14	1,89			
23a	0,003	14	0,05			
23b	0,003	14	0,04			
24a	0,002	20	0,05			
24b	0,002	20	0,05			
25a	0,002	20	0,03			
25b	0,002	20	0,03			
26a	0,001	20	0,02			
26b	0,001	20	0,02			
27a	0,002	20	0,03			
27b	0,002	20	0,03			
28a	0,006	20	0,12			
28b	0,006	20	0,11			
29	0,081	8	0,65			
Total waktu produktif				8,69		

Work Station	Elemen Kerja	Wb (jam)	Frekuensi Beban Kerja	Wb x Frekuensi beban kerja	Jam Kerja	Jumlah Tenaga Kerja
				(A)	(B)	
Pemasak	1	0,010	8	0,08	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{1,29}{8} = 0,16$ $= 1 \text{ orang}$
	2a	0,007	8	0,05		
	2b	0,007	8	0,05		
	3	0,012	8	0,09		
	4a	0,005	8	0,04		
	4b	0,005	8	0,04		
	5a	0,002	8	0,02		
	5b	0,002	8	0,02		
	6a	0,004	8	0,03		
	6b	0,004	8	0,03		
	7a	0,001	8	0,01		
	7b	0,001	8	0,01		
	8a	0,001	8	0,01		
	8b	0,001	8	0,01		
	9a	0,001	8	0,01		
9b	0,001	8	0,01			
10	0,032	8	0,26			
11a	0,004	8	0,04			
11b	0,004	8	0,03			
12a	0,005	8	0,04			
12b	0,005	8	0,04			
13	0,007	23	0,16			
14a	0,002	8	0,01			
14b	0,002	8	0,01			
15	0,006	32	0,19			
Total waktu produktif				1,29		
Canning	1	0,049	37	1,82	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{11,49}{8} = 1,44$ $= 2 \text{ orang}$
	2	0,014	48	0,69		
	3	0,004	98	0,38		
	4	0,008	98	0,83		
	5	0,004	98	0,38		
	6	0,010	48	0,50		
	7	0,002	98	0,20		
	8	0,075	7	0,53		
	9	0,011	25	0,27		
	10	0,004	25	0,11		
	11	0,048	98	4,75		
	12	0,136	7	0,95		
	13	0,013	7	0,09		
Total waktu produktif				11,49		
UPL	1	0,136	19	2,58	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{2,99}{8} = 0,37$ $= 1 \text{ orang}$
	2a	0,002	8	0,02		
	2b	0,002	8	0,02		
	3a	0,001	8	0,01		
	3b	0,001	8	0,01		
	4a	0,005	8	0,04		
	4b	0,005	8	0,04		
	5a	0,005	8	0,04		
	5b	0,005	8	0,04		
6	0,024	8	0,19			
Total waktu produktif				2,99		

Work Station	Elemen Kerja	Wb (jam)	Frekuensi Beban Kerja	Wb x Frekuensi beban kerja	Jam Kerja	Jumlah Tenaga Kerja
				(A)	(B)	
Pengemasan & Penyimpanan	1	0,013	153	1,99	8 jam	$= \frac{\sum A}{B}$ $= \frac{11,34}{8} = 1,42$ $= 2 \text{ orang}$
	2	0,009	153	1,38		
	3	0,005	153	0,77		
	4	0,007	153	1,07		
	5	0,113	7	0,79		
	6a	0,003	7	0,02		
	6b	0,003	7	0,02		
	7	0,008	10	0,08		
	8a	0,002	9	0,02		
	8b	0,002	9	0,02		
	9a	0,001	10	0,01		
	9b	0,001	10	0,01		
	10	0,013	33	0,43		
	11a	0,010	30	0,30		
	11b	0,010	30	0,30		
12	0,013	15	0,20			
13	0,004	15	0,06			
14	0,064	60	3,84			
15	0,010	3	0,03			
Total waktu produktif				11,34		

