

**ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN
(*LINE BALANCING*) SEBAGAI UPAYA UNTUK
MENINGKATKAN *OUTPUT* PRODUKSI DAN EFISIENSI
KERJA *WORK STATION*
(Studi Kasus di PT. Indonusa Algaemas Prima Malang)**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:
NUR INDRA SAPUTRA
NIM. 0210620095

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN MESIN
MALANG
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN (*LINE BALANCING*) SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN *OUTPUT* PRODUKSI DAN EFISIENSI KERJA *WORK STATION*

(Studi Kasus di PT. Indonusa Algaemas Prima Malang)

KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI



Disusun Oleh :

NUR INDRA SAPUTRA

NIM. 0210620095

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Bambang Indrayadi, MT
NIP. 131 653 469

Ir. H. Moch. Choiri
NIP. 131 586 564

repository.ub.ac.id

**ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN
(LINE BALANCING) SEBAGAI UPAYA UNTUK
MENINGKATKAN *OUTPUT* PRODUKSI DAN EFISIENSI
KERJA *WORK STATION***
(Studi Kasus di PT. Indonusa Algaemas Prima Malang)

Disusun Oleh :

NUR INDRA SAPUTRA
NIM. 0210620095

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 12 Juli 2007

DOSEN PENGUJI

Skripsi I

Ir. Djoko Sutikno, M.Eng
NIP.131 276 249

Skripsi II

Ir. Marsoedi Wirohardjo, M.MT
NIP. 130 531 861

Komprehensif

Ir. Saifuddin Baedowie
NIP. 130 350 753

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST.MT
NIP. 132 159 708

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam tak lupa disampaikan pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Indonusa Algsemas Prima selama lebih kurang satu bulan dengan harapan penulis dapat memberikan masukan-masukan ilmiah yang berkenaan dengan berbagai persoalan yang terjadi di perusahaan tersebut. Atas bimbingan dan kerjasama dari berbagai pihak tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Slamet Wahyudi, ST.MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
2. Bapak Ir. Bambang Indrayadi.,MT selaku Pembimbing I
3. Bapak Ir. H. Moch. Choiri selaku Pembimbing II
4. Bapak Ir. Masduki MM, selaku Ketua Konsentrasi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya
5. Ayah, Ibu, adikku nopi dan seluruh saudaraku yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu
6. Silmi (tambah imut deh) dan seluruh keluarga
7. Seluruh staf dan karyawan PT. Indonusa Algsemas Prima yang banyak memberikan bantuan terutama Bapak Herman, Bapak Tito, Bapak Cholil, Bapak Muji, Bapak Ribut, Bapak Rizal, Bapak Yudi dan seluruh staf yang tidak dapat kami sebutkan satu-satu
8. Seluruh SOLID'er Wahyu, Upik, Rike, Hadi, Bagus, Hatta, Pak Ukyo, Nandha dan anggota lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu
9. Seluruh temen-teman angkatan 2002 Teknik Mesin FT UB

Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan penulis terutama untuk penerapan ilmu dilapangan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga tercapai penyusunan yang lebih sempurna.

Malang, 15 Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
RINGKASAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Asumsi	4
1.6 Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lintasan Produksi	5
2.2 Keseimbangan Lintasan	5
2.3 Metode Perencanaan	6
2.3.1 Metode Bobot Posisi	6
2.3.2 Metode Pendekatan Wilayah	7
2.3.3 Precedence Diagram	7
2.3.4 Waktu Siklus Stasiun Kerja	11
2.3.5 Menentukan Jumlah Stasiun Kerja	12
2.3.6 Menghitung <i>balance delay</i>	12
2.3.7 Menghitung Efisiensi Lintasan	12
2.3.8 Menghitung Output Produksi	13
2.4 Pengukuran Waktu Kerja	13
2.4.1 Pengamatan Pendahuluan	16
2.4.2 Tes Keseragaman Data	16
2.4.3 Waktu Siklus Tiap Operasi	19
2.4.4 Menentukan <i>Performance Rating</i>	19

2.4.5 Waktu Normal	25
2.4.6 Menentukan Allowance Time	25
2.4.7 Waktu Baku (waktu standar)	26

BAB III METODE PENELITIAN

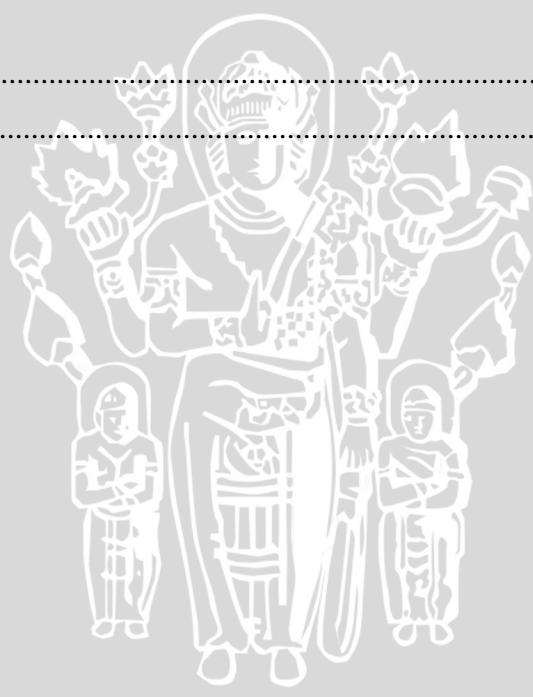
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.3 Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Observasi	29
3.4.2 Studi Literatur	29
3.4.3 Pengumpulan Data	29
3.4.4 Test Keseragaman Data	29
3.4.5 Test Kecukupan Data	29
3.4.6 Tahap Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata	29
3.4.7 Tahap Perhitungan Waktu Normal	30
3.4.8 Tahapan Perhitungan Waktu Baku (standard)	30
3.4.9 Tahapan Perencanaan Keseimbangan Lintasan	30
3.4.10 Tahapan Pemilihan Lintasan Produksi	30
3.4.11 Kesimpulan dan Saran	30

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data.....	31
4.2 Bahan Baku Serta Peralatan	31
4.3 Proses Produksi	32
4.4 Waktu Proses Operasi	33
4.5 Pengolahan Data.....	34
4.5.1 Test Keseragaman Data.....	34
4.5.2 Test Kecukupan Data.....	37
4.5.3 Perhitungan Waktu Baku.....	38
4.6 Analisa Data.....	41
4.6.1 Analisa Data Untuk kondisi Awal.....	41
4.6.2 Penentuan Waktu Siklus	43



4.6.3 Perencanaan Keseimbangan Lintasan.....	44
4.6.3.1 Metode Bobot Posisi (<i>Rank Position Weight</i>)	44
4.6.3.2 Metode Pendekatan Wilayah (<i>Region Approach</i>)	49
4.7 Pembahasan Hasil Analisa Data	52
4.7.1 Waktu Normal dan Waktu Baku	52
4.7.1.1 Waktu Normal.....	52
4.7.1.2 Waktu Baku.....	53
4.7.2 Keseimbangan Lintasan Produksi.....	54
4.7.2.1. Pemilihan Alternatif Lintasan.....	54
4.7.2.2 Analisa Efisiensi.....	56
4.7.2.3. Skema Stasiun Kerja Sebelum dan Setelah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan	59
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data Produksi dan Permintaan Bulan Desember 2006 – Maret 2007.....	2
Tabe. 2.1	<i>Performance rating</i> menurut sistem <i>westing house</i>	20
Tabel 4.1	Waktu Pengamatan Masing-masing Proses	34
Tabel 4.2	Waktu pengamatan kode operasi O-1.....	35
Tabel 4.3	Tabel Tes Keseragaman Data	36
Tabel 4.4	Tabel Tes Kecukupan Data	38
Tabel 4.5	Nilai faktor penyesuaian <i>westing house</i>	39
Tabel 4.6	<i>Allowance Time</i>	40
Tabel 4.7	Perhitungan waktu baku	41
Tabel 4.8	pengelompokan elemen-elemen kerja dalam stasiun kerja awal	42
Tabel 4.9	Matriks keterdahuluan	45
Tabel 4.10	Memasukkan waktu operasi ke matrik keterdahuluan.....	45
Tabel 4.11	Bobot posisi operasi terbesar sampai dengan bobot posisi operasi terkecil.....	46
Tabel 4.12	Waktu operasi masing-masing bobot posisi.....	46
Tabel 4.13	Urutan operasi sesuai dengan waktu bobot posisi	47
Tabel 4.14	Prioritas Urutan Operasi	47
Tabel 4.15	Pembebanan mulai dari operasi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil	48
Tabel 4.17	Urutan pekerjaan mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil	50
Tabel 4.18	Pembebanan pekerjaan dengan urutan daerah paling kiri dahulu	51
Tabel 4.19	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Bobot Posisi dan Metode Pendekatan Wilayah	54
Tabel 4.20	Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan.....	55

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Data Produksi dan Permintaan Bulan Desember 2007 – Maret 2007...	2
Gambar 1.2	Waktu proses produksi dan kapasitas produksi masing-masing stasiun kerja	3
Gambar 2.1	Precedence diagram	8
Gambar 2.2	Simbol ASME (Assosiation Standard Mechanical Engineering) untuk pembuatan peta kerja	9
Gambar 2.3	Skema pembuatan peta proses operasi	10
Gambar 2.4	Langkah-langkah sistematis dalam kegiatan pengukuran kerja dalam jam henti (<i>stop watch- time study</i>)	15
Gambar 3.1	Prosedur Penelitian	28
Gambar 4.1	Proses pengolahan <i>Euchima Cottoni</i>	33
Gambar 4.2	Grafik Tes Keseragaman Data	36
Gambar 4.3	Gambar pembagian jaringan kerja kedalam wilayah-wilayah.....	49

RINGKASAN

Nur Indra Saputra, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Juni 2007, “*Analisis Keseimbangan Lintasan (Line Balancing) Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Output Produksi dan Efisiensi Kerja Work Station (Studi Kasus di PT. Indonusa Algaemas Prima Malang)*”. Dosen Pembimbing 1: Ir. Bambang Indrayadi, MT., Dosen Pembimbing 2: Ir. H. Moch. Choiri.

PT. Indonusa Algaemas Prima adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang proses pengolahan rumput laut tipe *Euchima Cottoni* menjadi ATC (*alkali treated cottoni*) Chip. Dalam proses produksinya terjadi masalah penumpukan barang setengah jadi (*work in process*) dan waktu menunggu (*idle time*) pada beberapa stasiun kerjanya. Hal ini akan berpengaruh pada waktu proses untuk mengolah rumput laut yaitu waktu siklus menjadi lebih lama dan *output* produksi menjadi tidak optimal.

Untuk mengatasi hal tersebut, peneliti menggunakan metode keseimbangan lintasan *Heuristik*, yaitu Pendekatan Wilayah dan Bobot Posisi. Metode-metode tersebut menggunakan pendekatan-pendekatan yang berbeda. Metode Bobot Posisi menitikberatkan konsep keseimbangan lintasan berdasarkan bobot posisi tiap proses operasi, sedangkan metode Pendekatan Wilayah berdasarkan kedekatan tiap-tiap operasi dalam satu wilayahnya. Dari perbandingan 2 metode tersebut dipilih yang terbaik, dengan melihat parameter-parameter berikut ini : *Balance delay*, efisiensi lintasan, jumlah stasiun kerja dan *output* produksinya.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, diperlukan beberapa data antara lain : data produksi dan permintaan, data waktu proses pengolahan tiap proses produksi dan data peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan.

Dari kajian yang telah dilakukan, metode keseimbangan lintasan yang sesuai dengan parameter-parameter yang diinginkan adalah Metode Bobot Posisi, sehingga bila dibandingkan dengan kondisi sebelumnya terdapat peningkatan *output* produksi dari 1986,73 kg/hari menjadi 3187,7 kg/hari atau meningkat 60,45 %. Penurunan *balance delay* dari 53,19 % menjadi 6,11%. Efisiensi lintasan meningkat dari 46,81 % menjadi 93,89 % dan penurunan jumlah stasiun kerja dari 5 buah menjadi 4 buah stasiun kerja.

Dengan demikian pada akhirnya nanti setiap unit kerja yang ada dapat didistribusikan setepat mungkin sehingga perusahaan ini mampu menjawab kebutuhan pasar.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keseimbangan lintasan merupakan salah satu faktor yang penting dalam memenuhi target produksi, pada umumnya perencanaan suatu keseimbangan didalam lintasan produksi meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai efisiensi dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas produksi yang tersedia. Selain itu, proses keseimbangan lintasan bertujuan untuk meminimalkan *balance delay* dan mengatur aliran proses yang efisien, sehingga tercapai produk dengan biaya produksi rendah dan terpenuhi jumlah permintaan konsumen.

PT. Indonusa Algaemas Prima merupakan industri yang bergerak dibidang pengolahan rumput laut tipe *Euchima Cottoni* yang diproses menjadi ATC (*alkali treated cottoni*) chip. Dalam proses pengolahannya terdapat suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah stasiun kerja. Apabila lintasan produksinya kurang seimbang, maka akan berdampak pada terjadinya penumpukan barang setengah jadi (*work in process*) antara stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain. Disamping itu, adanya beberapa orang atau peralatan yang tidak beroperasi dibagian tertentu atau sibuknya beberapa orang atau peralatan dibagian lain merupakan indikasi lain kurang seimbangya lintasan produksi. Kendala-kendala tersebut dapat menghambat upaya perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen.

Bila kita lihat pada tabel 1.1 dan gambar 1.1, ternyata hasil produksi PT. Indonusa Algaemas Prima tidak mencukupi untuk memenuhi target permintaan konsumen. Sehingga permasalahan di perusahaan saat ini adalah ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi target permintaan pasar. Salah satu penyebab permasalahan tersebut adalah perbedaan kecepatan lintasan produksi pada masing-masing stasiun kerja. Padahal, sedapat mungkin semua stasiun kerja pada proses pengolahan *Euchima Cottoni* memiliki kecepatan produksi yang sama. Jika suatu stasiun bekerja di atas kecepatan lintasan, maka stasiun tersebut akan memiliki waktu menganggur. Hal ini dapat kita lihat pada waktu proses pada stasiun kerja I (gambar 1.2) adalah menghasilkan produk 6400 kg tiap 160 menit sedangkan pada stasiun kerja II menghasilkan produk 6400 kg tiap 520 menit sedangkan pada stasiun kerja III menghasilkan produk 6400 kg tiap 400 menit artinya bila stasiun kerja I terus berproses,

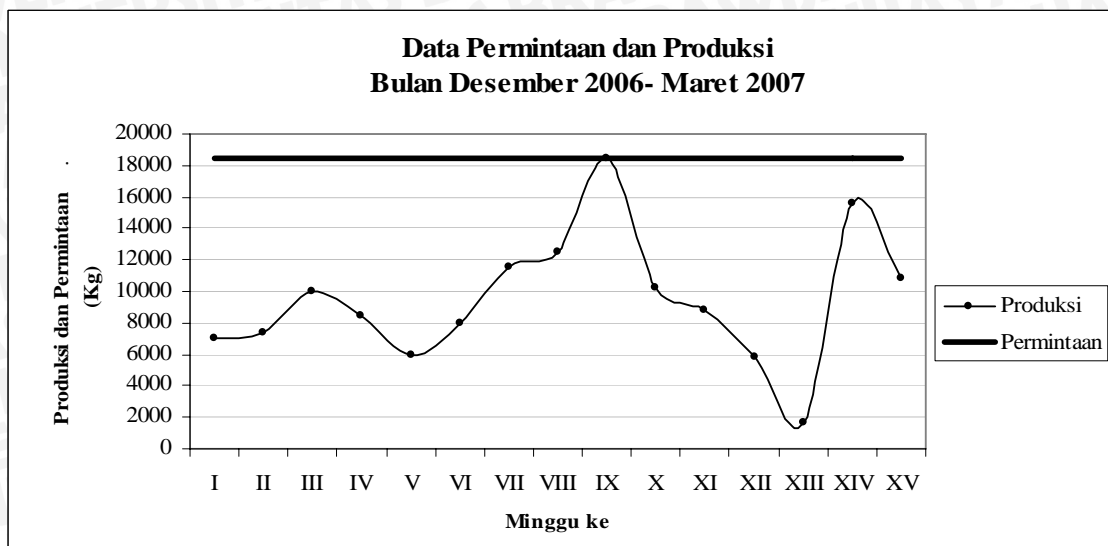
maka akan terjadi penumpukan barang setengah jadi (*work in process*) pada stasiun kerja II atau pada stasiun kerja IV yang lebih cepat dari stasiun kerja III akan mengalami waktu menganggur sebesar 120 menit tiap kali proses. Dari indikasi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa ketidakmampuan perusahaan dalam memenuhi target permintaan pasar adalah disebabkan kurang seimbangannya lintasan produksi pengolahan rumput laut tipe *Euchima Cottoni*. Tujuan akhir dari penyeimbangan lintasan produksi adalah mengefektifkan kecepatan produksi di setiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun kerja.

Tabel 1.1 Data Produksi dan Permintaan Bulan Desember 2007 – Maret 2007

**Data Permintaan dan Produksi
Bulan Desember 2006 – Maret 2007**

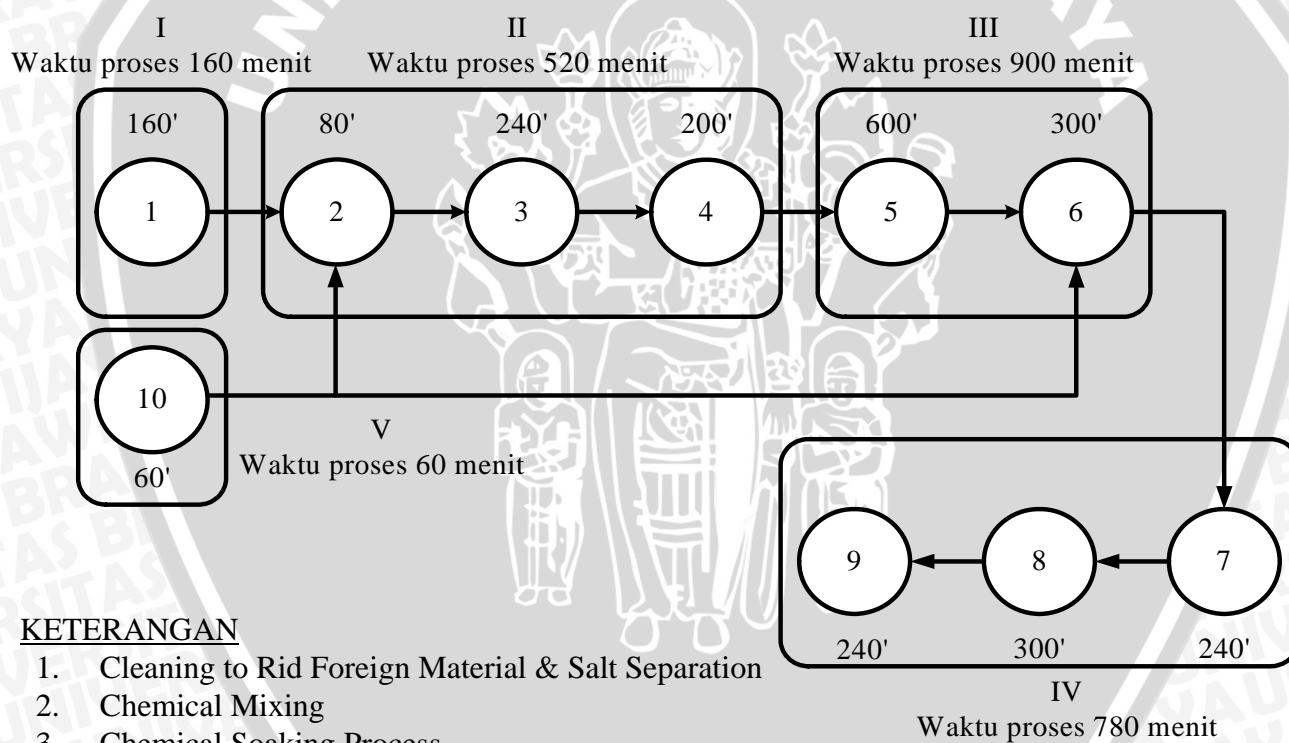
Bulan	Minggu ke	Produksi (kg)	Permintaan (kg)
Desember 2006	I	7000	18500
	II	7375	18500
	III	10000	18500
	IV	8500	18500
	V	6000	18500
Januari 2007	VI	8000	18500
	VII	11500	18500
	VIII	12500	18500
	IX	18500	18500
Februari 2007	X	10182	18500
	XI	8818,5	18500
	XII	5778	18500
	XIII	1628,5	18500
Maret 2007	XIV	15622	18500
	XV	10884	18500

Sumber: PT. Indonusa Algaemas Prima



Gambar 1.1 Data Produksi dan Permintaan Bulan Desember 2006 – Maret 2007

Sumber: PT. Indonusa Algaemas Prima



Gambar 1.2 Waktu proses produksi masing-masing stasiun kerja untuk 6400 kg bahan baku

Sumber: PT. Indonusa Algaemas Prima

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang diatas, maka masalah yang diamati dari perusahaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Bagaimana mendistribusikan unit-unit kerja pada setiap stasiun kerja agar waktu menganggur (*idle time*) dapat direduksi seminimal mungkin.
- b. Bagaimana melakukan perbaikan lintasan produksi dengan cara menyeimbangkan beban kerja antara masing-masing stasiun kerja.

1.3 Tujuan

- a. Mengurangi atau meminimalkan *balance delay* dari suatu stasiun kerja.
- b. Meningkatkan efisiensi lintasan produksi dengan cara menyeimbangkan beban kerja antara masing-masing stasiun kerja.

1.4 Batasan Masalah

- a. Produk yang digunakan adalah rumput laut tipe *Euchima Cottoni*
- b. Pengukuran waktu proses dengan *stopwatch*
- c. Waktu proses tiap elemen dihitung dengan perhitungan waktu baku
- d. Analisis teknis mengenai keseimbangan lintasan tanpa mengaitkan pada faktor biaya

1.5 Asumsi

- a. Persediaan bahan baku ke sistem produksi berjalan lancar
- b. Peralatan dan mesin yang dipergunakan dalam keadaan normal
- c. Operator sudah memiliki keahlian untuk mengoperasikan mesin-mesin yang sudah ada

1.6 Manfaat Penulisan

- a. Bahan masukan dan pertimbangan bagi pihak manajemen dalam upaya meningkatkan efisiensi lintasan produksi
- b. Memberikan masukan kepada perusahaan dalam merencanakan, mengontrol dan mengendalikan serta mengevaluasi produk agar dapat meningkatkan kualitas secara optimal

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lintasan Produksi

Lintasan produksi adalah pengukuran ruang kerja dimana fasilitas seperti mesin, peralatan kerja dan operasi-operasi manual diletakkan secara beruntun satu sama lain dan benda kerja bergerak secara kontinyu melalui rangkaian yang seimbang dalam lintasan.

Berdasarkan karakteristik proses pengerjaan yang dilakukan, lintasan produksi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu: (Elsayed, Elsayed A:1994:191)

a. Lintasan *Fabrikasi*

Adalah suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi pengerjaan yang bersifat membentuk atau mengubah sifat benda kerja

b. Lintasan *Assembling*

Adalah suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada berbagai area kerja.

Persoalan yang berkaitan dengan lintasan produksi adalah menyeimbangkan beban kerja antara stasiun kerja untuk mencapai suatu efisiensi yang tinggi dan menjaga lintasan terus berjalan guna memenuhi target produksi.

2.2 Keseimbangan Lintasan

Keseimbangan lintasan produksi pada dasarnya bertujuan untuk mengalokasikan unit-unit kerja pada setiap stasiun kerja mendekati sama.

Permasalahan keseimbangan lintasan produksi banyak disebabkan karena kecepatan produksi yang berbeda pada setiap stasiun kerja. Suatu lintasan produksi yang tidak seimbang dapat dilihat seperti adanya beberapa orang atau peralatan yang menganggur dibagian-bagian tertentu atau sibuknya beberapa orang atau peralatan dibagian lain, disamping itu adanya penumpukan barang setengah jadi (*work in process*) antara stasiun kerja yang satu dengan yang lain.

Persoalan pokok dalam perencanaan keseimbangan lintasan produksi adalah bagaimana mendistribusikan unit-unit kerja pada setiap area kerja agar waktu menganggur dari area kerja suatu lintasan produksi dapat ditekan seminimal mungkin,

sehingga pemanfaatan dari peralatan maupun operator dapat digunakan semaksimal mungkin.

2.3 Metode Perencanaan

Sejumlah pekerjaan pengolahan dikelompokkan kedalam beberapa pusat pekerjaan, yang untuk selanjutnya kita sebut sebagai stasiun kerja. Waktu yang diizinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan itu ditentukan oleh kecepatan lintas pengolahan, semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama. Jika suatu stasiun bekerja di bawah kecepatan lintasan, maka stasiun tersebut akan memiliki waktu menganggur. Tujuan akhir dari penyeimbangan lintasan adalah memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di tiap stasiun kerja

2.3.1 Metode Bobot Posisi

Metode heuristik yang paling awal ialah metode Bobot Posisi. Metode ini diusulkan oleh W.B. Helgeson dan D.P. Birnie. Metode ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Hitung kecepatan lintasan yang diinginkan. Kecepatan lintasan aktual adalah kecepatan lintasan yang diinginkan atau kecepatan operasi paling lambat jika waktu operasi paling lambat itu lebih kecil dari kecepatan lintasan yang diinginkan.
- b. Buat matriks keterdahuluhan berdasarkan jaringan kerja pengolahan
- c. Hitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya
- d. Urutkan operasi-operasi mulai dari bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil.
- e. Lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari kecepatan lintasan yang ditentukan.
- f. Hitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk
- g. Gunakan prosedur *trial and error* untuk mencari pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata yang lebih tinggi.

2.3.2 Metode Pendekatan Wilayah

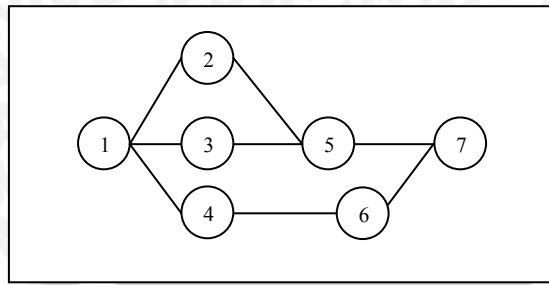
Metode ini dikembangkan oleh Bedworth untuk mengatasi kekurangan metode Bobot Posisi. Pada prinsipnya metode ini berusaha membebaskan terlebih dahulu operasi yang memiliki tanggung jawab keterdahuluhan yang besar. Bedworth menyebutkan bahwa kegagalan Metode Bobot Posisi adalah mendahulukan operasi dengan waktu operasi terbesar daripada operasi dengan waktu operasi yang tidak terlalu besar, tetapi diikuti oleh banyak operasi lainnya. Langkah dasar Metode Pendekatan Wilayah (*region approach*) adalah sebagai berikut :

- a. Hitung kecepatan lintasan yang diinginkan. Kecepatan lintasan adalah kecepatan produksi yang diinginkan atau kecepatan operasi paling lambat jika waktu operasi paling lambat itu lebih kecil dari kecepatan lintasan yang diinginkan.
- b. Bagi jaringan kerja dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan. Gambar ulang jaringan kerja, sedapat mungkin tempatkan seluruh pekerjaan di daerah yang paling kanan (bertujuan agar pekerjaan dengan jumlah pengikut yang sedikit dibebankan paling akhir dalam stasiun kerja).
- c. Dalam tiap wilayah, urutkan pekerjaan mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil (bertujuan untuk pekerjaan yang memiliki waktu operasi yang sedikit diebebaskan paling akhir, sehingga memudahkan penggabungan operasi-operasi tersebut ditahap akhir).
- d. Bebaskan pekerjaan dengan urutan sebagai berikut (perhatikan pula untuk menyesuaikan diri terhadap batas wilayah)
 1. Daerah paling kiri terlebih dahulu
 2. Antar wilayah, bebaskan pekerjaan dengan waktu operasi terbesar pertama kali.
- e. Pada akhir tiap pembebanan stasiun kerja, putuskan apakah utilisasi waktu telah dapat diterima. Jika tidak, periksa seluruh pekerjaan yang memenuhi hubungan keterkaitan dengan operasi yang telah dibebankan. Putuskan apakah penukaran pekerjaan-pekerjaan tersebut akan meningkatkan utilisasi waktu stasiun kerja. Jika ya, lakukan perubahan tersebut. Penugasan pekerjaan selanjutnya tetap.

2.3.3 Precedence Diagram

Precedence diagram dapat didefinisikan sebagai gambaran dari urutan operasi serta ketergantungannya yang terjadi dalam proses *manufacturing*. Untuk keperluan

yang lebih kompleks ada 3 model yang umum dipakai untuk menganalisis proses produksi ialah *operation process chart*, *flow process chart* dan *flow diagram*.



Gambar 2.1 Precedence diagram

Bedworth.D.David, Baley. E.James,1986:375

Gambar diatas menggambarkan suatu proses kerja yang dilakukan dari 1-2-5-7; 1-3-5-7 dan 1-4-6-7. pada proses 2,3 dan 4 dapat dilakukan setelah proses 1 selesai, proses 5 dapat dilakukan setelah proses 2 dan 3 selesai. Proses 6 dapat dilakukan setelah proses 4 selesai dan proses 7 dapat dilakukan setelah proses 5 dan 6 selesai.

a. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta proses operasi sering kali disingkat dengan peta operasi (*Operation Chart*) adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan-urutan kegiatan dengan jalan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen-elemen operasi secara detail. Disini tahapan proses operasi kerja harus diuraikan secara logis dan sistematis. Peta operasi ini umumnya digunakan untuk menganalisis operasi-operasi kerja yang makan waktu beberapa menit persiklus kerjanya.

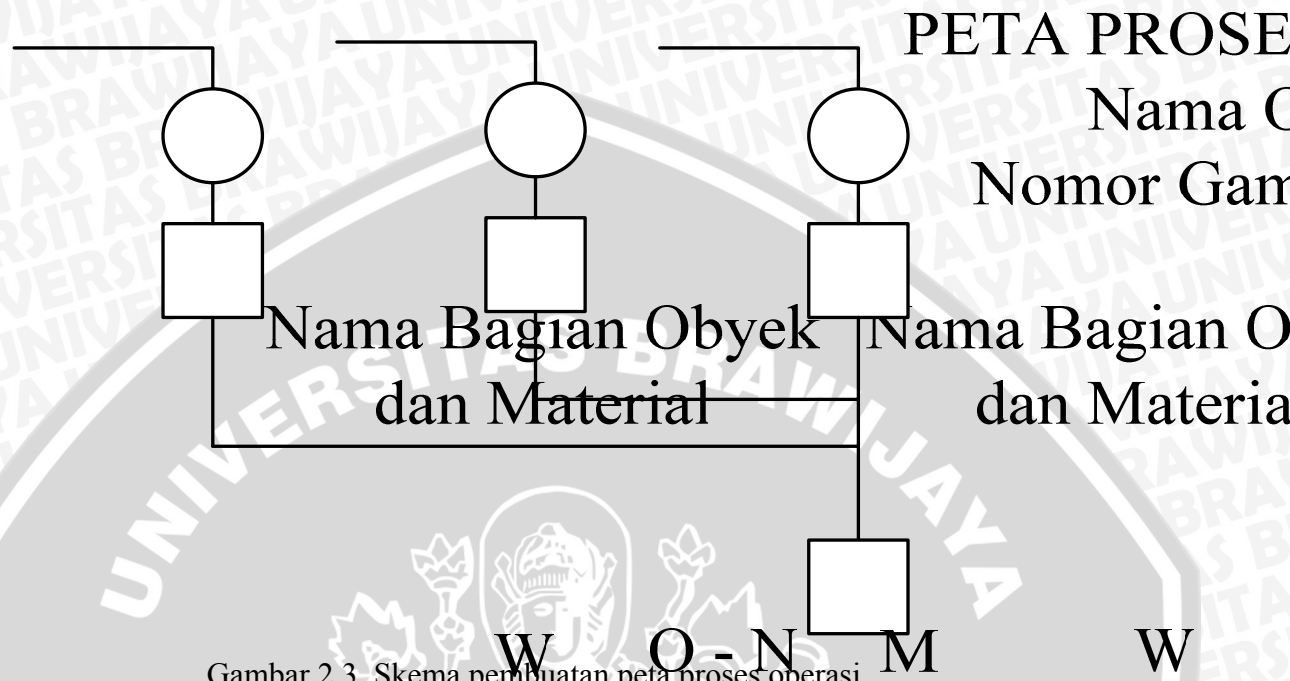
Adapun aturan dasar yang perlu dipahami dan diikuti sebagai berikut :

1. Pertama-tama pada baris paling atas perlu dituliskan "PETA PROSES OPERASI" (yang bisa pula disingkat peta operasi) dan seterusnya tulis semua identifikasi kerja lainnya seperti : nama obyek dan nomor gambar kerja.
2. Material yang akan diproses diletakkan diatas garis horizontal yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses kerja.
3. Lambang atau simbol ASME ditempatkan dalam arah vertikal secara berurutan yang menunjukkan terjadinya perubahan proses untuk setiap simbolnya.

○	Operasi
➔	Transportasi
□	Inspeksi
D	Menunggu (<i>delay</i>)
▽	Menyimpan (<i>Stotage</i>)
◻	Aktivitas Ganda

Gambar 2.2 Simbol ASME (Assosiation Standard Mechanical Engineering) untuk pembuatan peta kerja
(Sritomo Wingjosoebroto, 1989:63)

4. penomoran terhadap kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang diperlukan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi. Penomoran terhadap kegiatan pemeriksaan (inspeksi) diberikan tersendiri dan aturannya sama dengan aturan pemberian nomor pada proses operasi.
5. agar diperoleh gambar peta proses operasi yang baik, maka produk yang paling banyak memerlukan proses operasi harus dipetakan terlebih dahulu dan digambarkan pada garis vertikal paling kanan sendiri.



Gambar 2.3 Skema pembuatan peta proses operasi (Sritomo Wingjosoebroto, 1989:71)

Keterangan:

- W : Waktu yang dibutuhkan untuk suatu operasi atau pemeriksaan (dinyatakan dalam unit waktu menit atau jam)
- O – N : Nomor urut untuk kegiatan operasi
- I – N : Nomor urut untuk kegiatan pemeriksaan
- M : Nama mesin atau lokasi stasiun kerja dimana kegiatan operasi atau pemeriksaan tersebut dilaksanakan

b. Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)

Pada prinsipnya peta aliran proses (*flow process chart*) hampir sama dengan peta operasi proses (*operation process chart*). Perbedaan yang pokok adalah didalam penggunaan simbol-simbol ASME dimana untuk peta aliran proses semua simbol akan digambarkan dengan jelas untuk menggambarkan aliran proses kerja dari saat awal sampai keakhir proses. Dengan demikian disini akan ada tiga tambahan simbol yang dipakai yaitu simbol panah (transportasi), simbol setengah lingkaran (*delay*) dan simbol segitiga terbalik

(*storage*) yang digambarkan baik untuk awal maupun akhir proses, ini adalah langkah-langkah proses baik yang bersifat produktif (operasi atau pemeriksaan) maupun tidak produktif (menunggu, memindahkan, menyimpan).

c. Diagram Aliran (*Flow Diagram*)

Meskipun peta aliran proses (*flow process chart*) telah mampu memberikan informasi yang tepat dan mendetail mengenai proses kerja yang berlangsung, akan tetapi peta ini masih belum dianggap mampu menunjukkan suatu gambaran jelas mengenai aliran proses yang sebenarnya dalam suatu pabrik. Untuk menambahkan kejelasan, maka diperlukan tambahan informasi yang berupa gambar atau sketsa (dalam skala tertentu) yang menunjukkan area kerja pabrik dimana proses tersebut berlangsung. Cara ini akan memberikan gambaran visual yang lebih jelas sebelum diambil keputusan mengenai perubahan langkah-langkah kerja.

2.3.4 Waktu Siklus Stasiun Kerja

Waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan oleh lintasan produksi untuk menghasilkan satu unit produk. Waktu siklus harus sama atau lebih besar daripada waktu operasi terbesar, ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya "bottle neck" yang disebabkan oleh operasi dengan waktu terbesar.

Selain itu perlu diperhatikan bahwa waktu siklus harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif perhari dibagi jumlah produksi yang dibutuhkan selama periode/hari secara matematis. Waktu dan siklus stasiun kerja bisa dirumuskan sebagai berikut: (Elsayed A.Elsayed. Thomas O, Boucer; 1994 : 346)

$$t_i \text{ maks} \leq c_{\text{optimal}} \leq T/Q \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$t_i \text{ maks}$: Waktu operasi terbesar

c_{optimal} : Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin

T : Periode waktu yaitu 8 jam perhari

Q : Jumlah produk / *output* yang dibutuhkan selama periode



2.3.5 Menentukan Jumlah Stasiun Kerja

Jumlah stasiun kerja (k) sangat dipengaruhi oleh siklus stasiun kerja (c). Secara matematis, jumlah stasiun kerja bisa dirumuskan sebagai berikut: (Elsayed A.Elsayed, Thomas O, Boucer; 1994 : 353)

$$k_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{c} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

t_i : Waktu operasi/elemen ($i=1,2,3\dots n$)

N : Waktu siklus stasiun kerja

k_{\min} : Jumlah stasiun kerja minimal

2.3.6 Menghitung *balance delay*

Balance delay merupakan ukuran ketidakseimbangan suatu lintasan pengolahan yang merupakan jumlah waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan yang dinyatakan sebagai prosentase pemakaian waktu pada lintasan yang dirumuskan sebagai berikut: (Sritomo Wingjosoebroto, 2000:290)

$$D = \left[\frac{n.c - \sum_{i=1}^N t_i}{n.c} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

t_i : Waktu operasi/elemen ($i=1,2,3\dots n$)

N : Waktu siklus stasiun kerja

n : Jumlah stasiun kerja minimal

c : Waktu siklus pengerjaan maksimum dalam stasiun kerja

D : *balance delay*

2.3.7 Menghitung Efisiensi Lintasan

Besarnya efisiensi dari setiap alokasi pada stasiun kerja dinyatakan dalam bentuk prosentase secara matematis. Efisiensi dapat dirumuskan sebagai berikut: (Elsayed A.Elsayed, Thomas O, Boucer; 1994 : 345)

$$\eta = 100\% - D \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

η : efisiensi lintasan

D : *balance delay*

2.3.8 Menghitung *output* produksi

Output produksi dipengaruhi oleh waktu siklus yang dikehendaki selama periode waktu produksi. Secara matematis, *output* produksi dapat dirumuskan sebagai berikut : (Sritomo Wingjosoebroto, 1989:182)

$$Q = \frac{P}{T_c} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

P : Periode waktu yaitu 8 jam perhari

T_c : Total waktu siklus terbesar

2.4 Pengukuran Waktu Kerja

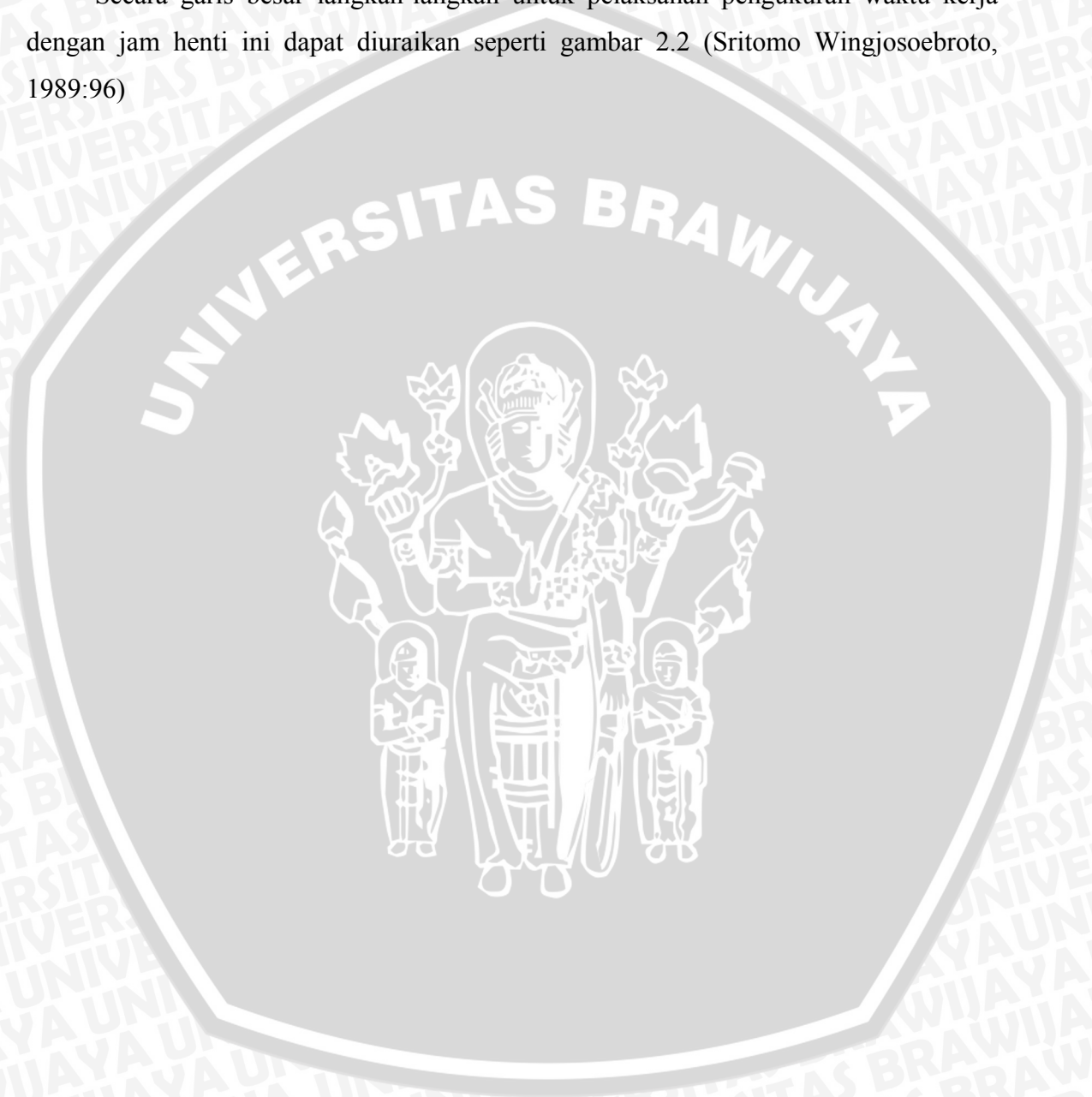
Pengukuran waktu kerja dapat dibagi atau dikelompokkan kedalam dua bagian, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Pengukuran kerja secara langsung adalah pengukuran waktu kerja yang dilaksanakan secara langsung yaitu ditempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Yang termasuk pengukuran kerja secara langsung adalah pengukuran kerja dengan menggunakan jam henti (*stop-watch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*). Sebaliknya pengukuran waktu kerja secara tidak langsung adalah pengukuran waktu kerja tanpa si pengamat harus berada ditempat pekerjaan yang diukur. Disini aktivitas yang dilakukan hanya melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia, asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan. Cara ini bisa dilakukan dalam aktivitas data waktu baku (*standard data*) dan data waktu gerakan (*predetermined time system*).

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 lalu. Metode ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*) dari hasil pengukuran, maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu

siklus pekerjaan yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian satu siklus pekerjaan yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Pengukuran pekerjaan dengan jam henti ini merupakan cara yang objektif karena disini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak sekedar diestimasi secara subjektif.

Secara garis besar langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini dapat diuraikan seperti gambar 2.2 (Sritomo Wingjosebroto, 1989:96)





Gambar 2.4 Langkah-langkah sistematis dalam kegiatan pengukuran kerja dan Keseragaman Data

henti (*stop watch time study*) Keseragaman data

- Comon sense (subjektif)
- Batas-batas kontrol ± 3 SD
- Kecukupan data

2.4.1 Pengamatan Pendahuluan

Tujuan pengamatan pendahuluan ini adalah untuk mengetahui kondisi dan metode kerja dari pekerjaan yang diukur, apakah sudah berjalan normal dan baik.

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu data yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan, maka pengamat memilih posisi tempat berdiri untuk mengamati dan mencatat yang sekiranya tidak mengganggu gerakan operator dalam menjalankan pekerjaannya ataupun menyebabkan operator merasa canggung karena merasa terlalu diamati. Dengan demikian akan memudahkan bagi pengamat itu sendiri untuk mengamati jalannya pekerjaan mulai awal hingga akhir.

2.4.2 Tes Keseragaman Data

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja yang pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus kerja sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama karena aktivitas pengukuran kerja pada dasarnya adalah proses sampling. Konsekuensi yang diperoleh bahwa semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati atau diukur, maka akan semakin mendekati kebenaran akan waktu yang diperoleh. Konsistensi dari hasil pengukuran dan pembacaan waktu oleh *stopwatch*, merupakan hal yang diinginkan dalam proses pengukuran kerja. Semakin kecil variasi atau perbedaan dan waktu yang ada, jumlah pengukuran/pengamatan yang harus dilakukan juga harus kecil. Sebaliknya semakin besar variabel dari data waktu pengukuran akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang diamati juga akan semakin besar agar bisa diperoleh ketelitian yang dikehendaki.

Rumus-rumus berikut ini akan memberikan cara yang sederhana untuk menyelesaikan kesalahan atau penyimpangan terhadap nilai waktu rata-rata dari suatu elemen kerja untuk sejumlah siklus pengukuran/pengamatan. *Standard error* dari harga rata-rata untuk setiap elemen kerja (*standard error of the mean*) dapat dinyatakan dalam rumus: (Sritomo Wingjosoebroto, 1989:108)

$$\delta_{\bar{x}} = \frac{\delta'}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$\delta_{\bar{x}}$: Penyimpangan standar distribusi rata-rata

δ' : Penyimpangan standar dari populasi untuk elemen kerja yang ada

N : Jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur

Penyimpangan standar dinyatakan sebagai " *the root-mean square deviation of the observed reading from their average* " yang dinyatakan dalam formulasi berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \bar{x}^2}$$

Dimana :

\bar{x} : Harga rata-rata (mean) dari semua data waktu yang dibaca *stopwatch*

x : Data waktu yang dibaca oleh *stopwatch* untuk tiap-tiap individu pengamatan

\sum : Jumlah semua data waktu yang diukur/dibaca

Karena

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \dots \dots \dots (2.8)$$

Maka diperoleh

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\delta = \frac{1}{N} \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Dengan mengkombinasikan formula-formula yang ada, maka diperoleh :

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2} \dots \dots \dots (2.10)$$

Untuk menetapkan beberapa jumlah pengamatan (observasi) yang seharusnya dilakukan (N'), maka harus diasumsikan dahulu tingkat kepercayaan (*convidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*). Dalam hal ini penulis menetapkan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%.

Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95% dari 100 harga rata-rata dari waktu yang dicatat/diukur untuk suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%. Dengan demikian formula diatas dapat dituliskan lagi sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

- N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan
- N : Jumlah pengamatan pendahuluan
- x : Waktu pengerjaan yang dibaca oleh *stopwatch*
- k : Tingkat keyakinan (95% ; k=2)
- s : Tingkat ketelitian (5%)

Jika $N' < N$, maka data sudah cukup. Jika $N' > N$, maka data belum cukup sehingga harus dilakukan pengambilan data lagi sampai data benar-benar cukup.

Dalam tes kecukupan data ini, pengamatan yang dilakukan haruslah lebih besar atau sama dengan jumlah pengamatan yang harus dilakukan ($N \geq N'$). Apabila kondisi yang diperoleh lebih kecil, maka pengamatan harus ditambah lagi sedemikian rupa sehingga data yang diperoleh kemudian bisa memberikan tingkat ketelitian sesuai dengan yang diharapkan.

Selain kecukupan data harus dipenuhi, dalam pelaksanaan *time study*, maka yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa data yang diperoleh harus seragam. Untuk itu tes keseragaman data perlu kita lakukan terlebih dahulu sebelum kita menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu standar. Tes keseragaman data bisa dilakukan dengan cara visual dan atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*).

Untuk menguji keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan apakah masih dalam batas kontrol atau tidak. Dengan tingkat kepercayaan 95% dipergunakan rumus sebagai berikut : (Iftikar Z. Satalaksana, dkk, 1979:133)

$$BKA : \bar{x} + k.SD \dots\dots\dots(2.12)$$

$$BKB : \bar{x} - k.SD \dots\dots\dots(2.13)$$

Sedangkan standar deviasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut: (Iftikar Z. Satalaksana, dkk, 1979:133)



$$SD = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N-1}} \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

BKA : Batas kontrol atas

BKB : Batas kontrol bawah

k : Harga rata-rata waktu pengukuran

SD : Standar deviasi

x_n : Waktu pengamatan (1,2,3.....n)

2.4.3 Waktu Siklus Tiap Operasi

Waktu siklus tiap operasi dapat dihitung setelah semua data yang didapat telah memiliki keseragaman yang dikehendaki dan jumlahnya telah memenuhi tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan. Secara matematis dapat dirumuskan : (Iftikar Z. Sutralaksana, dkk, 1979:133)

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

W_s : Waktu siklus operasi kerja

$\sum x$: Total waktu siklus operasi kerja

N : Jumlah pengamatan

2.4.4 Menentukan *Performance Rating*

Performance rating diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan operator yang berubah-ubah dengan melakukan penyesuaian. Untuk melakukan penyesuaian, maka perlu ditetapkan *performance rating* kerja dari operator.

Untuk menentukan besarnya *performance rating* (P) dapat dilakukan dengan konsep penyesuaian *westing house*, dimana menurut *westing house system rating*, faktor yang mempengaruhi manusia dalam bekerja adalah ketrampilan (*skill*), kondisi kerja (*condition*), usaha (*efford*) dan konsistensi (*consistency*).

Tab. 2.1 *Performance rating menurut sistem westing house*

SKILL			EFFORT		
+ 0,15	A1	Super Skill	+ 0,13	A1	Super Skill
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excelent	+ 0,1	B1	Excelent
+ 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
- 0,1	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Poor	- 0,12	F1	Poor
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0,06	A	Super Skill	+ 0,04	A	Super Skill
+ 0,04	B	Excelent	+ 0,03	B	Excelent
+ 0,02	C	Good	+ 0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,03	E	Fair	- 0,02	E	Fair
- 0,07	F	Poor	- 0,04	F	Poor

Sumber : Sritomo Wingjosebroto, 1989:123

Ketrampilan atau *Skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan (Iftikar Z Satalaksana, 1979). Ciri-cirinya adalah :

Super Skill

- Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya
- Bekerja dengan sempurna
- Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik
- Gerakan-gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti
- Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin
- Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya
- Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berfikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
- Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja terbaik

Excelent Skill

- a. Percaya pada diri sendiri
- b. Tampak cocok dengan pekerjaannya
- c. Terlihat telah terlatih baik
- d. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan
- e. Gerakan-gerakan kerjanya beserta urutannya dijalankan tanpa kesalahan
- f. Menggunakan peralatan dengan baik
- g. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
- h. Bekerjanya cepat tetapi halus
- i. Bekerja berirama dan terkoordinasi

Good Skill

- a. Kualitas hasil baik
- b. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerja umumnya
- c. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang ketrampilannya rendah
- d. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
- e. Tidak memerlukan banyak pengawasan
- f. Tiada keragu-raguan
- g. Bekerjanya "stabil"
- h. Gerakan-gerakannya terkoordinasi dengan baik
- i. Gerakan-gerakannya cepat

Average Skill

- a. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri
- b. Gerakan-gerakannya tidak cepat tetapi tidak lambat
- c. Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan perencanaan
- d. Tampak sebagai pekerja yang cakap
- e. Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tiadanya keragu-raguan
- f. Mengkoordinasi tangan dan dan fikiran dengan cukup baik
- g. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk-beluk pekerjaannya
- h. Bekerja cukup teliti
- i. Secara keseluruhan cukup memuaskan

Fair Skill

- a. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik
- b. Mengenal lingkungan dan peralatan secukupnya
- c. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan
- d. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
- e. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama
- f. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin
- g. Sebagian waktu tebuang karena kesalahan-kesalahan sendiri
- h. Jika bekerja sungguh-sungguh *outputnya* akan sangat rendah
- i. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakannya

Poor Skill

- a. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran
- b. Gerakan-gerakannya kaku
- c. Terlihat tidak yakin pada urutan gerakan
- d. Sepertinya tidak terlatih untuk pekerjaan tersebut
- e. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya
- f. Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan kerja
- g. Sering melakukan kesalahan-kesalahan
- h. Tidak ada kepercayaan pada diri sendiri
- i. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri

Usaha atau *effort* adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Ciri-cirinya adalah :

Excessive Effort

- a. Kecepatannya sangat berlebihan
- b. Usahanya sangat sungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya
- c. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari

Excellent Effort

- a. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
- b. Gerakan-gerakannya lebih "ekonomis" dari pada operator-operator biasa
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Banyak memberi saran-saran

- e. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang
- f. Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu
- g. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari
- h. Bangga akan kelebihanannya
- i. Gerakan-gerakannya yang salah sangat jarang terjadi
- j. Bekerjanya sistematis
- k. Karena lancarnya, perpindahan dari satu elem ke elemen lain tidak terlihat

Good Effort

- a. Bekerja berirama
- b. Saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada
- c. Penuh perhatian pada pekerjaannya
- d. Senang pada pekerjaannya
- e. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari
- f. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu
- g. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang
- h. Dapat memberi saran-saran untuk perbaikan kerja
- i. Tempat kerjanya diatur baik dan rapi
- j. Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik
- k. Memelihara dengan baik kondisi peralatan

Average Effort

- a. Tidak sebaik *good*, tetapi lebih baik dari *poor*
- b. Bekerja dengan stabil
- c. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya
- d. *Set up* dilakukan dengan baik melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan

Fair Effort

- a. Saran-saran perbaikan diterima dengan kesal
- b. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya
- c. Kurang sungguh-sungguh
- d. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya
- e. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku
- f. Alat-alat yang dipakai tidak selalu yang terbaik

- g. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya
- h. Terlampau hati-hati
- i. Sistematika kerjanya sedang-sedang saja
- j. Gerakan-gerakannya tidak terencana

Poor Effort

- a. Banyak membuang waktu
- b. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja
- c. Tidak mau menerima saran-saran
- d. Tampak malas dan bekerja lambat
- e. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan-bahan
- f. Tempat kerjanya tidak diatur rapi
- g. Tidak peduli pada cocok/baik tidaknya peralatan yang dipakai
- h. Mengubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
- i. *Set up* kerjanya terlihat tidak baik

Dari uraian diatas terlihat adanya korelasi antara ketrampilan dengan usaha. Dalam prakteknya, banyak terjadi pekerja yang mempunyai ketrampilan rendah bekerja dengan usaha yang lebih sungguh-sungguh sebagai imbangannya. Kadang-kadang usaha ini begitu besarnya sehingga tampak berlebihan dan tidak banyak menghasilkan. Sebaliknya seseorang yang mempunyai ketrampilan tinggi tidak jarang bekerja dengan usaha yang tidak mendukung dihasilkannya *performance* yang lebih baik lagi. Jadi walaupun hubungan antara "kelas tinggi" pada ketrampilan dengan usaha tampak erat sebagaimana juga dengan kelas-kelas rendahnya (misalnya *excellent* dengan *excellent*, *fair* dengan *fair* dan sebagainya), kedua faktor ini adalah hal-hal yang dapat terjadi secara terpisah didalam pelaksanaan pekerjaan. Karenanya cara *westinghouse* memisahkan faktor ketrampilan dari usaha dalam rangka penyesuaian.

Sedangkan yang dimaksud dengan kondisi kerja (*Condition*) adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan.

Pada dasarnya kondisi *ideal* adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan *performance* maksimal dari pekerja. Sebaliknya kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan sangat menghambat pencapaian *performance* yang baik.

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah konsistensi (*consistency*). Seseorang dikatakan *perfect* adalah yang dapat bekerja dengan waktu penyelesaian tetap dari waktu ke waktu. Sedangkan *poor* terjadi bila waktu penyelesaian dari tiap pekerjaan berselisih jauh dari rata-rata acak dan konsistensi rata-rata (*average*) adalah bila selisih antara waktu penyelesaian dengan rata-rata waktunya tidak terlalu besar meskipun ada satu dua yang bedanya jauh.

2.4.5 Waktu Normal

Besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama melakukan pengukuran, sehingga sesuai. Harga P ditentukan yang akan menghasilkan waktu normal bila harga ini dikalikan waktu siklus. Secara matematis waktu normal dapat dihitung : (Sritomo Wingjosoebroto, 2000:198)

$$W_n = W_s \times (1 + P) \quad \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

W_n : Waktu normal

W_s : Waktu siklus

P : *Performance rating*

2.4.6 Menentukan Allowance Time

Dalam prakteknya tidaklah mungkin seseorang operator akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari tanpa ada interupsi sama sekali. Kelonggaran harus diperhitungkan dalam tiap-tiap proses operasi apakah pekerjaan itu sederhana atau merupakan operasi rumit. Ada 3 macam kelonggaran :

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*)

Besarnya kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (*personal needs*) bervariasi tergantung individu pekerjaannya dibandingkan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi seperti minum sekedar menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil dan bercakap-cakap dengan teman sekerja untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejenuhan.

2. Kelonggaran untuk melepas lelah (*fatigue allowance*)

Fatigue bisa disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah kerja yang membutuhkan pikiran banyak (lelah-mental) dan kerja fisik. Lama periode istirahat dan frekuensi pengadaannya akan tergantung pada jenis pekerjaan yang ada.

3. Kelonggaran waktu untuk keterlambatan (*dellay allowance*)

Keterlambatan atau *delay* bisa disebabkan oleh faktor-faktor yang sulit untuk dihindari (*unavoidable delay*). Umumnya disebabkan oleh mesin, operator ataupun hal-hal lain diluar kontrol.

2.4.7 Waktu Baku (waktu standar)

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Waktu baku adalah waktu siklus dari suatu operasi setelah dikombinasikan dengan *performance rating* yang tepat dan *allowance time* yang sesuai dengan keadaan.

Sehingga tujuan utama dari pemberian *allowance time* ini adalah untuk menentukan waktu baku, karena mustahil seorang operator dapat bekerja secara terus-menerus dalam satu hari kerja tanpa ada interupsi sama sekali. Dengan demikian waktu standar tersebut diperoleh dengan mengaplikasikan rumus sebagai berikut : (Sritomo Wingjosoebroto, 1989:128)

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ kelonggaran}} \quad \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

W_n : Waktu normal

W_b : Waktu baku

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah penelitian deskriptif dan studi analitik. Penelitian deskriptif adalah metode yang menggambarkan sesuatu yang telah berlangsung pada saat penelitian sedang dilakukan dan untuk menguraikan sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan, sedangkan studi analitik digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari perusahaan.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT. Indonusa Algaemas Prima. Dimulai pada bulan April - Mei 2007.

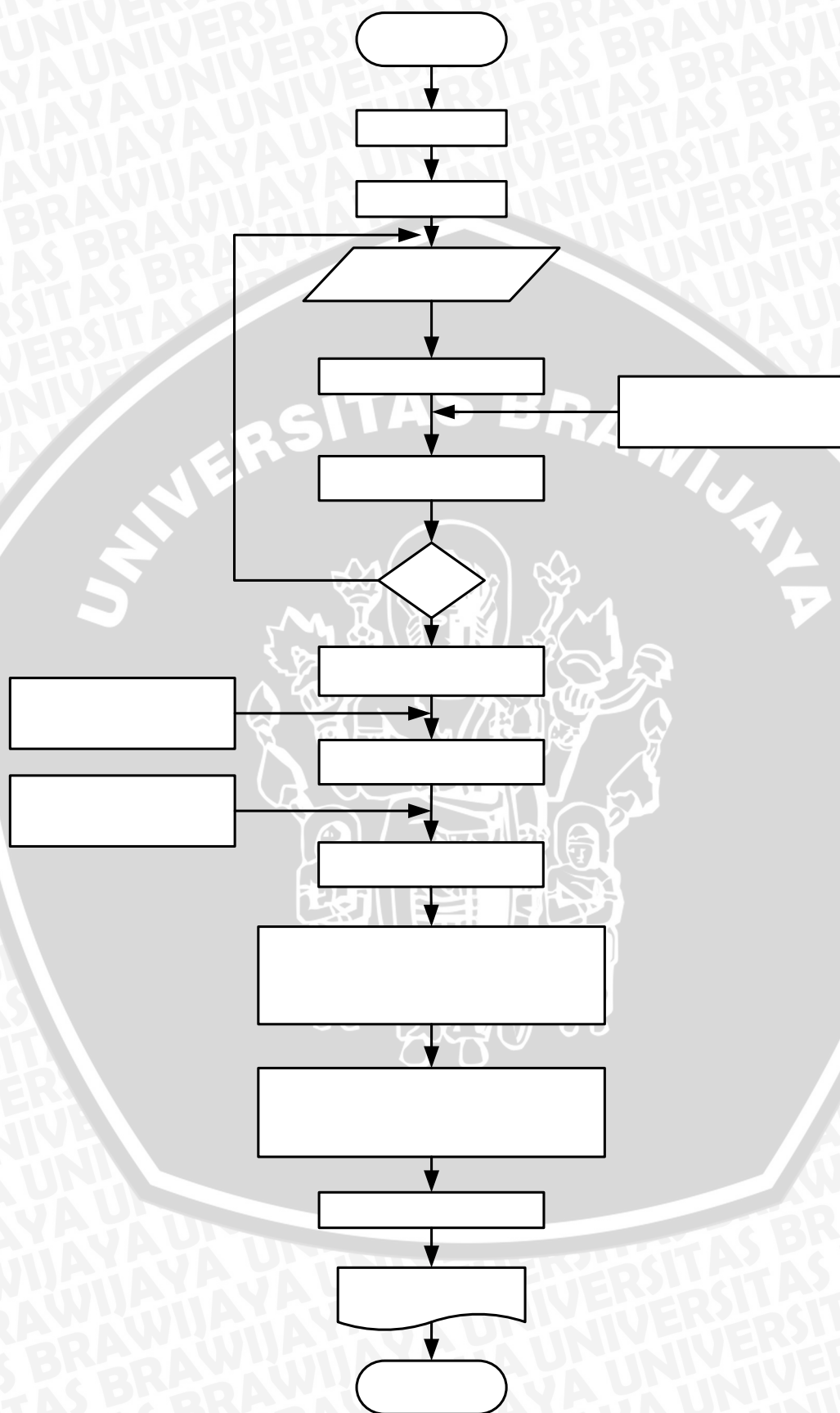
3.3 Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Waktu yang diperlukan untuk melakukan aktivitas proses pembuatan benda kerja, dalam hal ini didasarkan pada peta aliran proses (*Flow Process Chart*)
2. Kesesuaian kondisi lingkungan kerja
3. Spesifikasi mesin dan kemampuan kerja mesin yang dipergunakan untuk membuat benda kerja
4. Layout awal pabrik
5. Data produksi dan permintaan tahun 2006 (digunakan sebagai pembanding antara hasil perhitungan dengan kondisi *existing*)



3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

Performance rating

Waktu

Test ke

Test k

Pe

Stu

C

3.4.1 Observasi

Proses pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan dilapangan sesuai dengan kegiatan perusahaan sehari-hari. Dari pengamatan ini kemudian dirumuskan suatu permasalahan yang kemudian akan dicari solusi pemecahannya.

3.4.2 Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan jalan mempelajari ilmu-ilmu dari literatur yang berhubungan langsung dengan permasalahan sehingga akan diperoleh teori yang relevan dengan penyelesaian masalah dan data-data pendukung untuk perhitungan. Pengumpulan data dengan metode ini disebut data sekunder

3.4.3 Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data merupakan pengukuran kerja secara langsung, yaitu pengukuran waktu kerja yang dilaksanakan secara langsung ditempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Salah satu peralatan yang digunakan adalah jam henti (*stopwatch*)

3.4.4 Test Keseragaman Data

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan dan menggunakan peta kontrol. Jika terdapat data diluar batas kontrol yang ada, maka data tersebut merupakan data ekstrim dan harus dibuang serta diganti dengan data baru sampai seluruh data yang ada seragam.

3.4.5 Test Kecukupan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap data yang telah diperoleh dan telah dilakukan tes keseragaman data dengan rumus jumlah pengamatan (N') dikatakan cukup apabila jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan (N') harus lebih kecil dari jumlah pengamatan pendahuluan (N), apabila data yang ada belum cukup memenuhi, maka harus dilakukan pengambilan data lagi sampai data benar-benar cukup.

3.4.6 Tahapan Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu siklus rata-rata dari tiap-tiap operasi produksi dengan rumus waktu siklus yang ada.

3.4.7 Tahapan Perhitungan Waktu Normal

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu normal yang diperoleh dari perkalian waktu siklus rata-rata yang dikombinasikan dengan *performance rating* dari masing-masing operator yang diperoleh dari tabel *westing house system rating* yang disesuaikan dengan kondisi yang ada diperusahaan.

3.4.8 Tahapan Perhitungan Waktu Baku (standar)

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan waktu baku (standar) yang diperoleh dari perkalian waktu baku (standar) yang diperoleh dari perkalian waktu normal yang dikombinasikan dengan nilai kelonggaran (*allowance time*) dari masing-masing operator yang disesuaikan dengan metode kerja yang ada diperusahaan.

3.4.9 Tahapan Analisis Keseimbangan Lintasan

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan keseimbangan lintasan dengan menggunakan 2 metode *heuristic* yaitu Metode Bobot Posisi (*rank position weight*) dan Metode Pendekatan Wilayah (*region approach*)

3.4.10 Tahapan Pemilihan Lintasan Produksi

Pada tahapan ini dilakuakan pemilihan lintasan produksi yang paling baik, ditinjau dari perbandingan kondisi awal dan hasil perencanaan berdasarkan *balance delay*, *idle time*, *output* produksi dan jumlah stasiun kerja

3.4.11 Kesimpulan dan saran

Proses menyimpulkan hasil dari penelitian yang diambil. Dari sini akan didapatkan hasil analisis dari kondisi awal proses pembuatan benda kerja dengan kondisi akhir setelah menggunakan metode penyeimbang lintasan produksi.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Dalam pemecahan masalah keseimbangan lintasan diperlukan adanya data-data yang sesuai terutama pada proses pengolahan rumput laut tipe *Euchima Cottoni*. Data-data tersebut kemudian dianalisis sebagai upaya untuk menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan yang dihadapi perusahaan, sehingga nantinya dihasilkan produk yang berkualitas tinggi, biaya produksi rendah dan terpenuhi jumlah permintaan konsumen.

Adapun data-data yang diperlukan adalah :

1. Waktu yang diperlukan untuk melakukan aktivitas proses pembuatan benda kerja, dalam hal ini didasarkan pada peta aliran proses (*Flow Process Chart*)
2. Kesesuaian kondisi lingkungan kerja
3. Spesifikasi mesin dan kemampuan kerja mesin yang dipergunakan untuk membuat benda kerja
4. Layout awal pabrik
5. Data produksi dan permintaan tahun 2006 (digunakan sebagai pembanding antara hasil perhitungan dengan kondisi *existing*)

4.2 Bahan Baku Serta Peralatan

4.2.1 Bahan baku dalam proses pengolahan ini adalah rumput laut tipe *Euchima Cottoni*

4.2.2 Mesin dan Peralatan

Mesin dan Peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan adalah :

a. Cleaning Machine

Berfungsi untuk menyaring pasir, kerikil dan berbagai benda lain yang tidak diperlukan dalam proses pengolahan

b. Tangki perendam

Berfungsi sebagai tempat perendaman rumput laut dengan KOH / KCL

c. Washer Machine

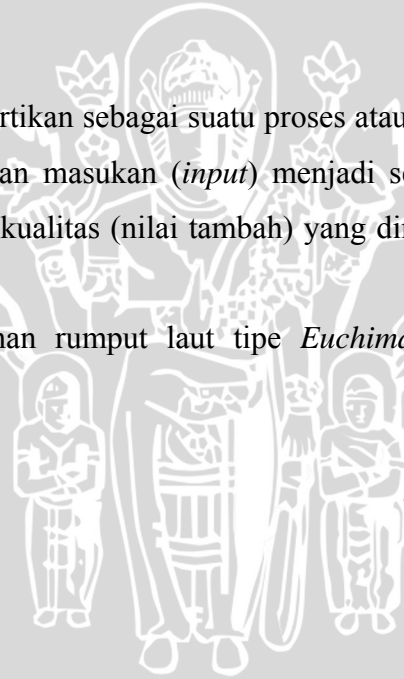
Berfungsi sebagai tempat pencucian rumput laut setelah direndam sehingga siap untuk dikeringkan

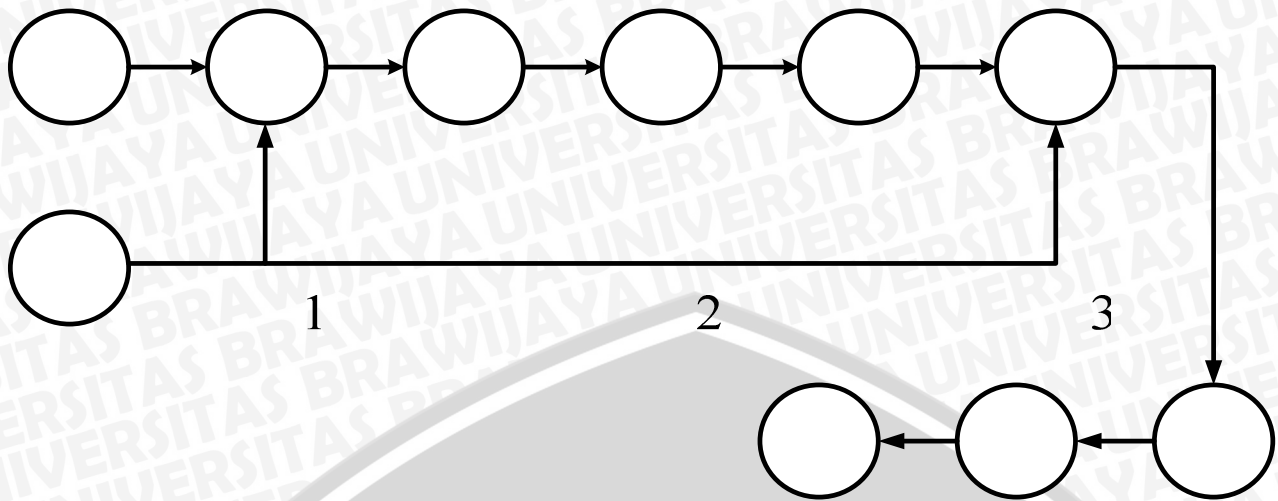
- d. Oven
Berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan
- e. Cutting Machine
Berfungsi untuk memotong rumput laut menjadi bagian kecil-kecil (± 1 cm)
- f. Mixer Chips
Berfungsi untuk mencampur beberapa hasil proses rumput laut agar didapatkan *gel strength* yang merata. *gel strength* merupakan tingkat kekuatan *gel* yang dihasilkan rumput laut.
- g. Boiler
Berfungsi untuk menghasilkan uap air yang digunakan sebagai pemanas untuk tangki perendam dan oven. Boiler ini menggunakan bahan bakar batu bara

4.3 Proses Produksi

Proses produksi dapat diartikan sebagai suatu proses atau prosedur untuk mengolah ataupun mengubah sekumpulan masukan (*input*) menjadi sejumlah keluaran (*output*) yang mempunyai utilitas dan kualitas (nilai tambah) yang diinginkan (*PengantarTeknik Industri*, Masduki: 2005:3)

Adapun proses pengolahan rumput laut tipe *Euchima Cottoni* adalah sebagai berikut :





KETERANGAN

1. Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation
2. Chemical Mixing
3. Chemical Spaking Process
4. Washing
5. Sun Drying
6. Oven Drying
7. Cutting
8. Mixing & Laboratory Analysis
9. Weighing & Packaging
10. Water Boiler

Gambar 4.1 Proses pengolahan *Euchima Cottoni*

4.4 Waktu Proses Operasi

Waktu proses operasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk disetiap operasi kerja. Dari pengukuran diperoleh waktu proses dari proses *Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation* sampai akhir proses yaitu *Weighing and Packaging*. Pengamatan dan pengukuran disini masing-masing diambil 30 data dengan menggunakan stopwatch. Adapun data hasil dari pencatatan tiap proses operasi dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:



Tabel 4.1 Waktu Pengamatan Masing-masing Proses

Kode Operasi	Waktu Pengamatan (Menit)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O-1	174	185	189	189	182	174	178	187	183	169
	191	185	202	180	178	177	185	192	203	206
	206	189	179	183	187	180	199	200	187	195
O-2	20	21	22	23	20	19	18	19	17	21
	20	22	21	24	23	24	20	19	19	18
	20	21	20	21	22	21	20	20	23	21
O-3	240	240	245	239	225	220	235	225	225	240
	220	240	240	225	225	232	240	235	233	232
	230	229	240	238	237	235	234	236	232	231
O-4	231	228	235	254	251	243	235	239	242	245
	238	244	241	234	240	244	240	246	239	243,5
	234,5	255	253	235,5	245	255	234	242,5	242	234
O-5	662	669	672	696	688	680	679	688	693	669
	688	689	706	720	674	710	711	673	695	722
	701	675	687	671	708	710	689	705	683	697
O-6	506	490	505	511	495	511	514	516	512	514
	480	502	519	499	503	482	506	507	488	499
	501	500	495	482	489	486	497	495	494	509
O-7	360	432	336	384	408	432	336	360	384	336
	360	408	384	336	360	336	384	336	360	336
	360	384	384	336	360	384	336	408	432	408
O-8	285	288	282	285	288	282	291	290	282	285
	288	287	285	288	282	291	285	288	282	285
	291	282	288	282	285	282	288	282	285	282
O-9	268	267,6	225,6	207,4	208,3	215	222,7	252,6	225,6	230,4
	240	225,6	242,9	235,2	215	245,8	243,8	225,6	235,2	254,4
	243,8	268,8	254,4	243,8	245,8	266,9	277,4	275,5	245,8	243,8
O-10	55	65	60	64	63	75	70	73	69	65
	55	56	58	64	74	63	67	70	70	65
	78	76	65	62	74	55	75	57	65	73

4.5 Pengolahan Data

4.5.1 Test Keseragaman Data

Sebelum menghitung waktu baku tiap-tiap operasi, sebagai upaya untuk memecahkan masalah keseimbangan lintasan, maka terlebih dahulu harus dilakukan uji keseragaman data untuk mengetahui apakah keseluruhan data yang diambil telah seragam atau belum.

Berikut contoh perhitungan untuk operasi pertama (O-01) yaitu *Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation*, untuk operasi selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Mencatat waktu pengukuran yang diperoleh dari hasil pengamatan (dalam satuan menit untuk setiap 6400 kg bahan baku)

Tabel 4.2 Waktu pengamatan kode operasi O-1

Kode Operasi	Waktu Pengamatan (Menit)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
O-1	174	185	189	189	182	174	178	187	183	169	191	185	202	180	178
	177	185	192	203	206	206	189	179	183	187	180	199	200	187	195

- b. Menghitung waktu pengamatan rata-rata (memakai rumus 2.6)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{174 + 185 + 189 + 189 + 182 + \dots + 195}{30} = 187,08 \text{ menit}$$

- c. Mencari standar Deviasi dari populasi (memakai rumus 2.7)

$$SD = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

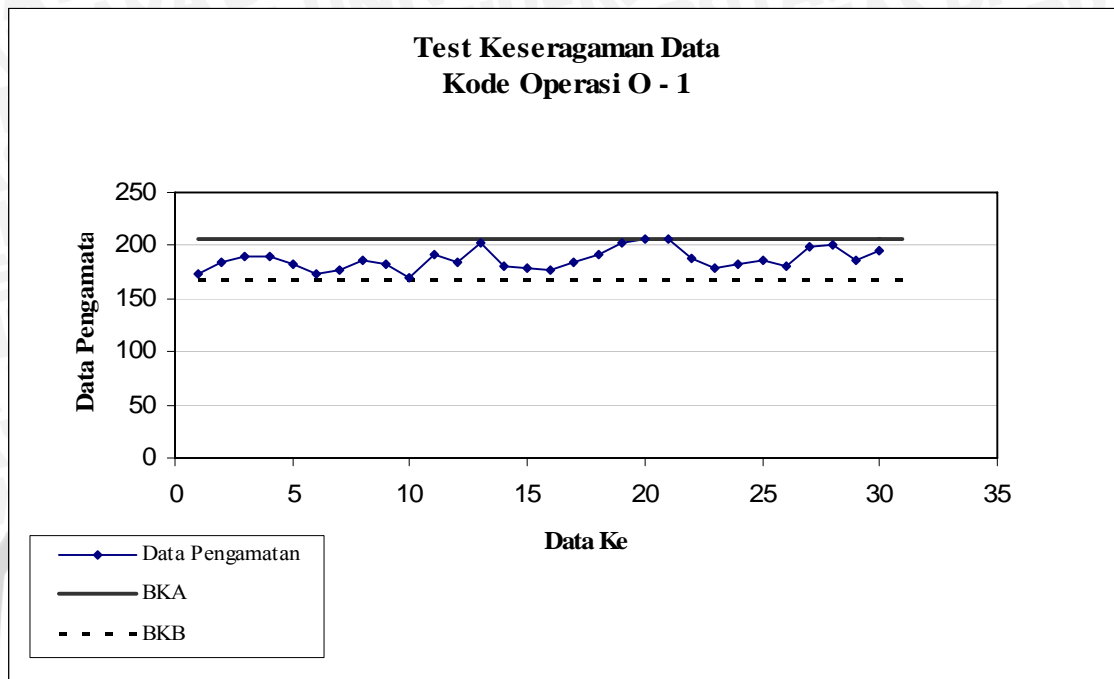
$$SD = \sqrt{\frac{(174 - 187,08)^2 + (185 - 187,08)^2 + \dots + (195 - 187,08)^2}{30 - 1}} = 9,84$$

- d. Setelah diperoleh standar deviasi dan waktu rata-rata kemudian menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), karena diasumsikan tingkat kepercayaan 95% (k=2), maka dengan memakai rumus 2.12 dan 2.13 diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{x} + k.SD \\ &= 187,08 + (2 \times 9,84) \\ &= 206,76 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKB} &= \bar{x} - k.SD \\ &= 187,08 - (2 \times 9,84) \\ &= 167,39 \text{ menit} \end{aligned}$$

- e. untuk pembacaan lebih jelas, apakah data pengukuran masih dalam batas kontrolnya atau tidak, dalam arti data itu seragam atau tidak, maka dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4.2 Grafik Tes Keseragaman Data

Dari hasil perhitungan uji keseragaman data dapat dilihat, bahwa untuk operasi O-01 masih berada pada batas kontrol, yang berarti data pengamatan telah seragam.

Hasil perhitungan uji keseragaman data untuk semua proses operasi pengolahan *Euchima Cottoni* dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Tabel Tes Keseragaman Data

Kode Operasi	\bar{x} (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
O-01	187,08	206,76	167,39	Seragam
O-02	20,63	24,10	17,17	Seragam
O-03	233,27	246,52	220,01	Seragam
O-04	241,43	255,66	227,20	Seragam
O-05	690,33	722,75	657,91	Seragam
O-06	500,23	521,78	478,69	Seragam
O-07	372,00	435,97	308,03	Seragam
O-08	285,53	291,76	279,30	Seragam
O-09	241,76	280,70	202,83	Seragam
O-10	66,03	79,83	52,23	Seragam

4.5.2 Test Kecukupan Data

Setelah data tersebut seragam, maka harus dihitung apakah data yang diperoleh telah mencukupi atau belum. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%, maka harus diperhitungkan sebagai berikut :

1. Hitung jumlah data pengamatan ($\sum x_i$), hitung jumlah kuadrat masing-masing data pengamatan ($\sum x_i^2$) dan hitung kuadrat jumlah pengamatan

$$(\sum x_i)^2 :$$

$$(\sum x_i) = (174 + 185 + 189 + \dots + 195)$$

$$= 5612,3$$

$$(\sum x_i^2) = (174^2 + 185^2 + 189^2 + \dots + 195^2)$$

$$= 1052740,59$$

$$(\sum x_i)^2 = (152 + 160 + 164 + \dots + 168)^2$$

$$= 31497911,29$$

2. Masukkan harga-harga yang telah diperoleh kedalam rumus 2.11 :

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

$$N' = \left[\frac{2}{0.05} \frac{\sqrt{30(1052740,59) - 31497911,29}}{5612,3} \right]^2$$

$$N' = 4,283$$

Jumlah data yang diperoleh dikatakan cukup apabila data pengamatan yang seharusnya dilakukan (N') lebih kecil atau sama dengan banyaknya pengamatan yang dilakukan (N), secara singkatnya $N' \leq N$. karena hasil pengujian test keseragaman data diperoleh $N' = 4,283$ yang berarti lebih kecil dari $N = 30$, maka data yang diperoleh sudah mencukupi.

Tabel 4.4 Tabel Tes Kecukupan Data

KODE OPERASI	OPERASI	N	N'	KETERANGAN
O-01	Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation	30	4,28	Cukup
O-02	Chemical Mixing	30	10,89	Cukup
O-03	Chemical Soaking Process	30	1,25	Cukup
O-04	Washing	30	1,34	Cukup
O-05	Sun Drying	30	0,85	Cukup
O-06	Oven Drying	30	0,72	Cukup
O-07	Cutting	30	11,43	Cukup
O-08	Mixing & Laboratory Analysis	30	0,18	Cukup
O-09	Weighing & Packaging	30	10,03	Cukup
O-10	Water Boiler	30	16,89	Cukup

4.5.3 Perhitungan Waktu Baku

Dalam perhitungan waktu baku tiap – tiap operasi, langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Menghitung waktu siklus tiap operasi

Waktu siklus dapat dikatakan sebagai waktu rata-rata pengerjaan yang dilakukan pada sebuah operasi. Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus 2.15 sebagai berikut (untuk setiap 6400 kg bahan baku):

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$W_s = \frac{174 + 185 + 189 + 189 + 182 + \dots + 195}{30}$$

$$W_s = 187,08 \text{ menit}$$

2. Menghitung *Performance Rating*

Penentuan *performance rating* bertujuan untuk menormalkan waktu yang telah didapat dari pengamatan langsung, besarnya *performance rating* didapat dari tabel *westing house*. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung dengan mempertimbangkan 4 faktor. Adapun faktor pengukuran tersebut adalah :

Ketrampilan	: <i>Good (C1)</i>	: 0,06
Usaha	: <i>Good (C2)</i>	: 0,02
Kondisi	: <i>Good (C)</i>	: 0,02
Konsistensi	: <i>Good (C)</i>	: <u>0,01</u> + 0,11

Jadi *performance rating* untuk operasi O-01 = 0,11

Tabel 4.5 Nilai faktor penyesuaian *westing house*

KODE OPERASI	Rating Factor				TOTAL
	SKILL	EFFORT	CONDITION	CONSISTENCY	
O-01	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
O-02	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14
O-03	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14
O-04	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14
O-05	0,06	0,02	0,01	0,01	0,1
O-06	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
O-07	0,06	0,05	0,02	0,01	0,14
O-08	0,06	0,05	0,01	0,01	0,13
O-09	0,06	0,05	0,02	0,00	0,13
O-10	0,06	0,05	0,01	0,00	0,12

3. Menghitung waktu normal

Waktu normal dihitung dengan mengalikan harga siklus dengan *performance rating*, sesuai dengan rumus 2.16 sebagai berikut :

$$W_n = W_s \times (1 + P)$$

$$W_n = 187,08 \times (1 + 0,11)$$

$$W_n = 207,66 \text{ menit}$$

4. Menentukan *allowance time*

Allowance time ini diperlukan dalam menetapkan waktu standar karena tidak mungkin seorang operator akan bekerja terus menerus sepanjang hari tanpa ada waktu kelonggaran. Dari hasil observasi metode kerja dan kondisi yang ada di perusahaan, maka diperoleh data nilai kelonggaran sebagai berikut:

Perhitungan *allowance time* (%) untuk kode operasi O-1

- a. *Personal Allowance* (A) = 1,5 %
- b. *Fatigue Allowance*
- Tenaga yang dikeluarkan (B) : ringan 2,5 – 9 kg = 8 %
 - Sikap kerja (C) : berdiri diatas dua kaki = 2 %
 - Gerakan kerja (D) : normal = 0 %
 - Kelelahan mata (E) : normal = 0 %
 - Temperatur (F) : normal = 0 %
- c. *Dellay Allowance* (G) = 1,5%
- Jumlah = 13 % +

Tabel 4.6 *Allowance Time*

OPERASI	FAKTOR YG BERPENGARUH (%)							JUMLAH (%)
	A	B	C	D	E	F	G	
O-01	1,5	8	2	0	0	0	1,5	13
O-02	1,5	1	1	0	0	0	1,5	5
O-03	1,5	1	1	0	0	0	1,5	5
O-04	1,5	1	1	0	0	0	1,5	5
O-05	1,5	7	2	0	0	8	1,5	20
O-06	1,5	1	1	0	0	2	1,5	7
O-07	1,5	5	2	0	0	0	1,5	10
O-08	1,5	7	2	0	0	0	1,5	12
O-09	1,5	8	2	0	0	0	1,5	13
O-10	1,5	10	2	0	0	1	1,5	16

5. Menghitung waktu baku

Waktu baku diperoleh dengan cara menentukan harga waktu normal dan harga *allowance time* kedalam rumus 2.17 sebagai berikut :

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ kelonggaran}}$$

$$W_b = 207,66 \times \frac{100\%}{100\% - 13\%}$$

$$W_b = 238,68 \text{ menit}$$

Tabel 4.7 Perhitungan waktu baku

Kode Operasi	\bar{X} (menit)	P	Wn (menit)	Allowance (%)	Wb (menit)
O-01	187,08	0,11	207,66	13	238,68
O-02	20,63	0,14	23,52	5	24,76
O-03	233,27	0,14	265,92	5	279,92
O-04	241,43	0,14	275,23	5	289,72
O-05	690,33	0,1	759,37	20	949,21
O-06	500,23	0,11	555,26	7	597,05
O-07	372,00	0,14	424,08	10	471,20
O-08	285,53	0,13	322,65	12	366,65
O-09	241,76	0,13	273,19	13	314,01
O-10	66,03	0,12	73,96	16	88,04

4.6 Analisis Data

4.6.1 Analisis data untuk kondisi awal

Analisis kondisi awal dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang diperoleh dari pengelompokan elemen-elemen kerja kedalam stasiun-stasiun kerja awal.

Tabel 4.8 Pengelompokan elemen-elemen kerja dalam stasiun kerja awal

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Waktu Operasi (menit)	Idle Time (menit)	Idle Time (%)
I	O-01	238,68		
	Cycle Time	238,68	1307,58	84,56
II	O-2	24,76		
	O-3	279,92		
	O-4	289,72		
Cycle Time		594,40	951,86	61,56
III	O-5	949,21		
	O-6	597,05		
Cycle Time		1546,26	0,00	0,00
IV	O-7	471,20		
	O-8	366,65		
	O-9	314,01		
Cycle Time		1151,86	394,40	25,51
V	O-10	88,04		
Cycle Time		88,04	0,00	0,00

Dari hasil pengelompokan diatas dapat diketahui waktu siklus terbesar dari stasiun kerja adalah 1546,26 menit dengan total *idle time* 2653,83 menit, sehingga dengan memakai rumus 2.3, *balance delay* awalnya adalah :

$$D = \left[\frac{n.c - \sum_{i=1}^N t_i}{n.c} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[\frac{(5 \times 1546,26) - 36129,25}{5 \times 1546,26} \right] \times 100\%$$

$$D = 53,19 \%$$

Perhitungan efisiensi lintasan awal memakai rumus 2.4 adalah:

$$\eta = 100\% - D$$

$$\eta = 100\% - 53,187\%$$

$$\eta = 46,81 \%$$

Perhitungan *output* produksi perhari untuk 6400 kg bahan baku adalah (memakai rumus 2.5) :

$$Q = \frac{P}{T_c}$$

$$Q = \frac{480 \text{ menit}}{1546,26 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,31043 \times 6400 \text{ kg}$$

$$Q = 1986,73 \text{ kg}$$

4.6.2 Penentuan waktu siklus

Ketidakseimbangan suatu lintasan produksi biasanya digambarkan dengan besarnya *balance delay* yang merupakan jumlah waktu menganggur pada lintasan yang dinyatakan dalam persen (%).

Dalam pengelompokan elemen kerja dicari waktu siklus optimal dengan *balance delay* positif seminimal mungkin. Waktu siklus harus sama dengan atau lebih kecil dari jam kerja produktif (T) dibagi dengan jumlah *output* yang telah ditetapkan (Q) sehingga batasan siklus operasi dapat dituliskan (rumus 2.1) :

$$t_i \text{ maks} \leq c_{\text{optimal}} \leq T/Q$$

Dimana :

$t_i \text{ maks}$: Waktu operasi terbesar (949,21 menit)

c_{optimal} : Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin

T : Periode waktu yaitu 8 jam perhari (480 menit)

Q : Jumlah produk / *output* yang dibutuhkan selama periode (1986,73 kg)

Sehingga batasan waktu siklus optimal adalah :

$$949,21 \text{ menit} \leq c_{\text{optimal}} \leq \frac{480 \text{ menit}}{0,31043}$$

$$949,21 \text{ menit} \leq c_{\text{optimal}} \leq 1546,26$$

jumlah stasiun kerja minimum (k_{min}) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus 2.2 sebagai berikut :

$$k_{\text{min}} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{c}$$

$$k_{\text{min}} = \frac{36129,25}{949,21} = 3,81292 \approx 4 \text{ stasiun kerja}$$

Balance delay

$$D = \left[\frac{n.c - \sum_{i=1}^N t_i}{n.c} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[\frac{(4 \times 1546,26) - 36129,25}{4 \times 1546,26} \right] \times 100\%$$

$$D = 41,483 \%$$

4.6.3 Perencanaan keseimbangan lintasan

Aliran produksi didalam proses produksi dan pengolahan pada umumnya di bagi menjadi beberapa kelompok elemen kerja didalam stasiun-stasiun kerja yang berbeda pula, sehingga kelancaran dan kemungkinan mencapai target produksi semakin bertambah kecil karena masalah ini.

4.6.3.1 Metode Bobot Posisi (*Rank Position Weight*)

Pada metode Bobot Posisi, langkah-langkah yang harus dikerjakan adalah sebagai berikut :

- Langkah pertama adalah menentukan kecepatan lintasan yang diinginkan . dengan kecepatan operasi paling lambat adalah 1546,26 menit, maka ditetapkan waktu siklus = kecepatan operasi paling lama = 1546,26 menit
- Langkah kedua adalah memindahkan jaringan kerja ke matriks keterdahuluan. Angka 1 di dalam sel menyatakan operasi di kolom harus mengikuti operasi yang tertera di baris, sementara angka 0 berarti kedua operasi tidak memiliki hubungan keterdahuluan. Matriks keterdahuluan dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Matriks keterdahuluan

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0

- Langkah ketiga adalah menentukan bobot posisi operasi terbesar sampai dengan bobot posisi operasi terkecil, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.10 Memasukkan waktu operasi ke matrik keterdahuluan

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,00	24,76	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00
2	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00
3	0,00	0,00	0,00	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	471,20	366,65	314,01	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	366,65	314,01	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	314,01	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00

Tabel 4.11 Bobot posisi operasi terbesar sampai dengan bobot posisi operasi terkecil

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut										Total Bobot Posisi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,00	24,76	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3100,65
2	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3075,89
3	0,00	0,00	0,00	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	2987,85
4	0,00	0,00	0,00	0,00	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	2698,13
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	1748,92
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	471,20	366,65	314,01	0,00	1151,86
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	366,65	314,01	0,00	680,66
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	314,01	0,00	314,01
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3075,89

Tabel 4.12 Waktu operasi masing-masing bobot posisi

No.	Kode Operasi	Waktu Operasi	Bobot Posisi
1	O-1	238,68	3100,65
2	O-2	24,76	3075,89
3	O-3	279,92	2987,85
4	O-4	289,72	2698,13
5	O-5	949,21	1748,92
6	O-6	597,05	1151,86
7	O-7	471,20	680,66
8	O-8	366,65	314,01
9	O-9	314,01	0,00
10	O-10	88,04	3075,89

- d. Langkah keempat adalah mengurutkan operasi yang dibebankan pada stasiun-stasiun kerja diprioritaskan menurut ukuran bobot posisi terbesar.

Tabel 4.13 Urutan operasi sesuai dengan bobot posisi

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut										Total Bobot Posisi	Prioritas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	0,00	24,76	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3100,65	1
10	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3075,89	2
2	0,00	0,00	88,04	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	3075,89	3
3	0,00	0,00	0,00	289,72	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	2987,85	4
4	0,00	0,00	0,00	0,00	949,21	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	2698,13	5
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	597,05	471,20	366,65	314,01	0,00	1748,92	6
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	471,20	366,65	314,01	0,00	1151,86	7
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	366,65	314,01	0,00	680,66	8
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	314,01	0,00	314,01	9
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10

Tabel 4.14 Prioritas Urutan Operasi

No.	Prioritas	Kode Operasi	Bobot Posisi	Waktu Operasi
1	1	O-1	3100,65	238,68
2	3	O-2	3075,89	24,76
3	2	O-10	3075,89	88,04
4	4	O-3	2987,85	279,92
5	5	O-4	2698,13	289,72
6	6	O-5	1748,92	949,21
7	7	O-6	1151,86	597,05
8	8	O-7	680,66	471,20
9	9	O-8	314,01	366,65
10	10	O-9	0,00	314,01

- e. Langkah kelima adalah melakukan pembebanan mulai dari operasi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari kecepatan lintasan yang ditentukan.

Tabel 4.15 Pembebanan mulai dari operasi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Waktu Operasi (menit)	Idle Time (menit)	Idle Time (%)
I	O-1	238,68		
	O-10	88,04		
	O-2	24,76		
	O-3	279,92		
	O-4	289,72		
CT		921,13	42,57	4,418
II	O-5	949,21		
CT		949,21	14,50	1,504
III	O-6	597,05		
	O-8	366,65		
CT		963,70	0,00	0,000
IV	O-7	471,20		
	O-9	314,01		
CT		785,21	178,49	18,521
Total idle time			235,56	24,443
Total waktu		3619,25		

- f. Langkah keenam adalah menghitung balance delay efisiensi lintasan produksi, dan *output* produksi. Dari hasil pengelompokan diatas dapat diketahui waktu siklus terbesar dari stasiun kerja adalah 963,70 menit dengan total *idle time* 235,56 menit sehingga *balance delay* menjadi:

$$D = \left[\frac{n.c - \sum_{i=1}^N t_i}{n.c} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[\frac{(4 \times 963,70) - 3619,25}{4 \times 963,70} \right] \times 100\%$$

$$D = 6,11 \%$$

Perhitungan efisiensi lintasan awal memakai rumus 2.4 adalah:

$$\eta = 100\% - D$$

$$\eta = 100\% - 6,1108 \%$$

$$\eta = 93,89 \%$$

Perhitungan *output* produksi perhari untuk 6400 kg bahan baku adalah (memakai rumus 2.5) :

$$Q = \frac{P}{T_c}$$

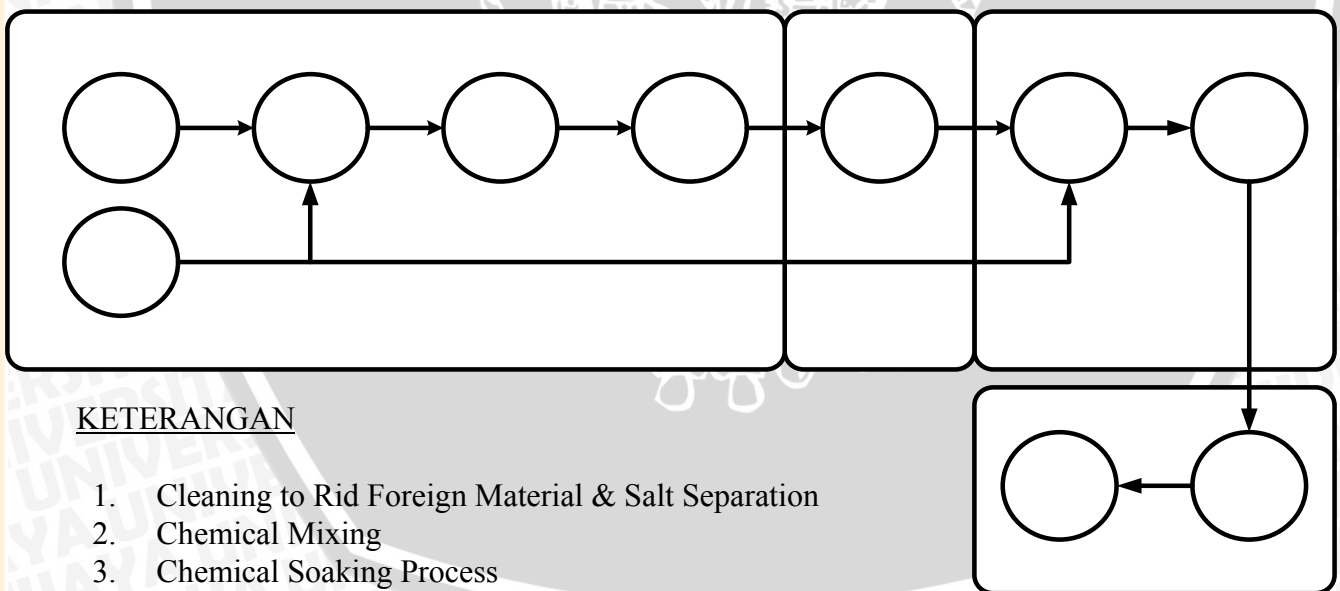
$$Q = \frac{480 \text{ menit}}{963,70 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,49808 \times 6400 \text{ kg}$$

$$Q = 3187,7 \text{ kg}$$

4.6.3.2 Metode Pendekatan Wilayah (*Region Approach*)

- Langkah pertama Metode Pendekatan Wilayah adalah menghitung tingkat kecepatan lintasan yang diinginkan. Telah ditentukan bahwa kecepatan lintasan yang diinginkan adalah 1326,93 menit dengan 10 lintasan produksi.
- Langkah kedua adalah membagi jaringan kerja kedalam wilayah-wilayah dari kiri kekanan.



KETERANGAN

- Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation
- Chemical Mixing
- Chemical Soaking Process
- Washing
- Sun Drying
- Oven Drying
- Cutting
- Mixing & Laboratory Analysis
- Weighing & Packaging
- Water Boiler

Gambar 4.3 gambar pembagian jaringan kerja kedalam wilayah-wilayah

- c. Langkah ketiga adalah prioritaskan pembebanan ditiap wilayah berdasarkan waktu operasi. Urutkan pekerjaan mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil.

Tabel 4.17 Urutan pekerjaan mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil

No.	Wilayah	Kode Operasi	Waktu Operasi
1	1	O-1	238,68
2		O-10	88,04
3		O-2	24,76
4		O-3	279,92
5		O-4	289,72
Total Waktu Operasi Perwilayah			921,13
6	2	O-5	949,21
Total Waktu Operasi Perwilayah			949,21
7	3	O-6	597,05
8		O-7	471,20
Total Waktu Operasi Perwilayah			1068,25
9	4	O-8	366,65
10		O-9	314,01
Total Waktu Operasi Perwilayah			680,66

- d. Langkah keempat adalah melakukan pembebanan pekerjaan dengan urutan daerah paling kiri dahulu

Tabel 4.18 Pembebanan pekerjaan dengan urutan daerah paling kiri dahulu

No.	Wilayah	Kode Operasi	Waktu Operasi	Idle Time (menit)	Idle Time (%)
1	1	O-1	238,68	147,12	13,772
2		O-10	88,04		
3		O-2	24,76		
4		O-3	279,92		
5		O-4	289,72		
Total Waktu Operasi Perwilayah			921,13		
6	2	O-5	949,21	119,04	11,144
Total Waktu Operasi Perwilayah			949,21		
7	3	O-6	597,05	0,00	0,000
8		O-7	471,20		
Total Waktu Operasi Perwilayah			1068,25		
9	4	O-8	366,65	387,59	36,282
10		O-9	314,01		
Total Waktu Operasi Perwilayah			680,66		
Total idle time				653,76	
Total waktu			3619,25		

- e. Langkah kelima adalah menghitung balance delay efisiensi lintasan produksi, dan *output* produksi. Dari hasil pengelompokan diatas dapat diketahui waktu siklus terbesar dari stasiun kerja adalah 1068,25 menit dengan total *idle time* 653,76 menit sehingga *balance delay* menjadi

$$D = \left[\frac{n.c - \sum_{i=1}^N t_i}{n.c} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[\frac{(4 \times 1068,25) - 36129,25}{4 \times 1068,25} \right] \times 100\%$$

$$D = 15,30 \%$$

Perhitungan efisiensi lintasan awal memakai rumus 2.4 adalah:

$$\eta = 100\% - D$$

$$\eta = 100\% - 15,2997\%$$

$$\eta = 84,70 \%$$

Perhitungan *output* produksi perhari untuk 6400 kg bahan baku adalah (memakai rumus 2.5) :

$$Q = \frac{P}{T_c}$$

$$Q = \frac{480 \text{ menit}}{1068,25 \text{ menit}}$$

$$Q = 0,44933 \times 6400 \text{ kg}$$

$$Q = 2875,72 \text{ kg}$$

4.7 Pembahasan Hasil Analisis Data

Suatu perusahaan berkepentingan atas pengelompokan sistem produksi yang baik dan penggunaan sumber daya yang efisien. Salah satu usaha peningkatan efisiensi proses produksi adalah dengan menyeimbangkan lintasan produksi agar terbentuk suatu lintasan yang lebih optimal sehingga pada akhirnya akan membawa peningkatan output dengan memaksimalkan kapasitas terpasang yang sudah ada. Adapun pembahasan yang hendak dilakukan adalah mengenai waktu normal, waktu baku serta keseimbangan lintasan.

4.7.1 Waktu Normal dan Waktu Baku

4.7.1.1 Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu yang ditunjukkan oleh operator yang bekerja secara wajar. Jika operator bekerja tidak wajar, dalam arti bekerja terlalu cepat atau terlalu lambat maka perlu dilakukan penyesuaian dalam menetapkan waktu normal karena ketidakwajaran operator dalam bekerja. Ketidakwajaran ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi.

Dalam melakukan penyesuaian maka harus ditetapkan rating performance dari operator dan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan dilakukan dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian. Besarnya harga faktor penyesuaian sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau yang normal. Bila harga faktor penyesuaian lebih besar dari satu ($P > 1$), maka operator tersebut bekerja terlalu cepat. Sebaliknya jika harga faktor penyesuaian lebih kecil dari satu ($P < 1$), maka operator tersebut bekerja dibawah normal. Dan harga faktor penyesuaian sama dengan satu ($P = 1$), maka operator tersebut bekerja secara wajar.

PT. Indonusa Algaemas Prima memiliki beberapa peralatan produksi yang harus dioperasikan oleh beberapa orang sehingga dalam proses pengamatan peneliti

menghitungnya sesuai dengan *performance* dari tim kerja tersebut dan hasil penilaian disesuaikan dengan kriteria penilaian *resting house system*. Hasil perhitungan untuk waktu normal bisa kita lihat pada tabel 4.19

Tabel 4.19 Perhitungan waktu normal

Kode Operasi	\bar{X} (menit)	P	Wn (menit)
O-01	187,08	0,11	207,66
O-02	20,63	0,14	23,52
O-03	233,27	0,14	265,92
O-04	241,43	0,14	275,23
O-05	690,33	0,1	759,37
O-06	500,23	0,11	555,26
O-07	372,00	0,14	424,08
O-08	285,53	0,13	322,65
O-09	241,76	0,13	273,19
O-10	66,03	0,12	73,96

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.7.1.2 Waktu Baku

Walaupun waktu normal sudah ditetapkan, dalam prakteknya tidak mungkin pekerja secara terus-menerus bekerja sepanjang hari. Adalah wajar operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan pribadi, istirahat untuk melepas lelah dan alasan-alasan lain diluar kontrolnya. Yang termasuk dalam keperluan pribadi adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan sekerja, kebutuhan ini jelas terlihat sebagai kebutuhan yang mutlak. Tidak bisa misalnya orang diharuskan terus bekerja dengan rasa dahaga atau melarang pekerja untuk tidak sama sekali bercakap-cakap sepanjang jam kerja. Larangan demikian tidak saja merugikan pekerja sehingga tidak dapat bekerja dengan baik, bahkan hampir dipastikan produktivitasnya menurun. Kelonggaran yang lain adalah kelonggaran yang dibutuhkan untuk melepas lelah jika rasa lelah telah datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan *performance* normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambah rasa lelah. Bila hal ini berlangsung terus menerus, pada akhirnya akan terjadi *fatigue* total yaitu jika anggota badan yang bersangkutan sudah tidak dapat melakukan gerakan sama sekali walaupun sangat dikehendaki. Sedangkan kelonggaran-kelonggaran karena alasan-alasan yang lain atau hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena

berada diluar kontrol pekerja untuk mengendalikannya. Besarnya hambatan untuk kejadian-kejadian seperti itu sangat bervariasi dari satu pekerja ke pekerja yang lain karena banyaknya penyebab seperti prosedur kerja dan sebagainya. Dari berbagai kelonggaran diatas semuanya dinyatakan kedalam prosentase yang dijumlahkan kemudian dikalikan dengan waktu normal sehingga didapatkan waktu baku.

Secara umum kriteria kelonggaran yang diambil adalah *Personal Allowance*, *Dellay Allowance* dan *Fatigue Allowance* yang terdiri dari kriteria besar tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata dan temperatur. Besarnya kelonggaran diambil pada tabel besar kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh (Sutalaksana, Iftikar Z,1979). Adapun perhitungan waktu baku masing-masing proses dapat dilihat pada tabel 4.20

Tabel 4.20 Perhitungan waktu baku

Kode Operasi	Wn (menit)	Allowance (%)	Wb (menit)
O-01	207,66	13	238,68
O-02	23,52	5	24,76
O-03	265,92	5	279,92
O-04	275,23	5	289,72
O-05	759,37	20	949,21
O-06	555,26	7	597,05
O-07	424,08	10	471,20
O-08	322,65	12	366,65
O-09	273,19	13	314,01
O-10	73,96	16	88,04

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.7.2. Keseimbangan Lintasan Produksi

4.7.2.1. Pemilihan Alternatif Lintasan

Usaha menyeimbangkan lintasan produksi adalah usaha mengalokasikan pekerjaan pada setiap stasiun kerja, sehingga total waktu pekerjaan pada setiap stasiun kerja mendekati sama. Masalah ini timbul dikarenakan pada setiap stasiun kerja di lintasan produksi mempunyai kecepatan produksi yang berbeda. Akibatnya lintasan produksi menjadi kurang efisien, terjadi penumpukan material diantara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan produksinya.

Masalah keseimbangan lintasan berawal dari adanya kombinasi penugasan kerja terhadap operator yang melengkapi tempat kerja tertentu, sebab penugasan elemen kerja yang berbeda akan menimbulkan perbedaan jumlah waktu pada setiap stasiun kerja.

Masalah diatas dapat diselesaikan dengan menyeimbangkan lintasan produksi yaitu dengan cara mengalokasikan kombinasi suatu stasiun kerja untuk mendapatkan waktu yang sama di setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang ditentukan. Pada pembahasan ini digunakan 2 metode keseimbangan lintasan, yaitu :

- a) Metode Bobot Posisi
- b) Metode Pendekatan Wilayah

Dengan menggunakan kedua metode diatas diharapkan lintasan produksi bersifat berimbang, dimana setiap stasiun kerja mendapat tugas yang sama nilainya diukur dengan waktu, stasiun kerja dengan jumlah yang minimum dan jumlah waktu menganggur (*idle time*) sepanjang lintasan produksi minimum.

Pemilihan metode keseimbangan lintasan dilakukan dengan membandingkan *idle time*, *balance delay*, dan efisiensi lintasan produksi yang dihasilkan dari kedua metode tersebut. Setelah melalui proses pengelompokan elemen kerja maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.21 Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Bobot Posisi dan Metode Pendekatan Wilayah

No.	Faktor Pembanding	Pendekatan Wilayah	Bobot Posisi
1	Stasiun Kerja	4 Stasiun	4 Stasiun
2	Total Waktu Operasi	3619,25 menit	3619,25 menit
3	<i>Idle time</i>	653,76 menit	235,56 menit
4	<i>Available time</i>	1068,25 menit	963,70 menit
5	<i>Balance delay</i>	15,30 %	6,11 %
6	Efisiensi	84,70 %	93,89 %

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan pengolahan data diatas, ternyata didapatkan bahwa Metode Pendekatan Wilayah dan Metode Bobot Posisi memiliki hasil optimasi yang berbeda. Dengan Metode Bobot Posididapat *balance delay* 6,11 % dengan pengelompokan stasiun kerja 4 buah. Sedangkan Metode Pendekatan Wilayah *balance delay* 15,30 % dengan pengelompokan stasiun kerja 4 buah. Perbedaan ini terjadi karena terdapat perbedaan kombinasi dalam pengelompokan proses operasi untuk masing-masing

stasiun kerja. Pada stasiun kerja I terdiri dari proses operasi O-1, O-10, O-2, O-3, dan O-4. Stasiun kerja II hanya terdiri dari operasi O- 5. Stasiun kerja III untuk Metode Pendekatan Wilayah terdiri dari operasi O-6 dan O-7 sedangkan Metode Bobot Posisiterdiri dari operasi O-6 dan O-8. Stasiun kerja IV untuk Metode Pendekatan Wilayah terdiri dari operasi O-8 dan O-9 sedangkan Metode Bobot Posisiterdiri dari operasi O-7 dan O-9.

4.7.2.2. Analisis Efisiensi

Untuk mengetahui tingkat efisiensi lintasan digunakan kriteria-kriteria dalam suatu keseimbangan lintasan produksi yaitu minimasi *idle time* (waktu menganggur), minimasi *balance delay* (keseimbangan waktu senggang) dan optimasi efisiensi lintasan produksi antara sebelum diterapkan metode keseimbangan lintasan dan sesudah diterapkan metode tersebut. Selain itu juga dipertimbangkan kriteria lainnya sebagai perbandingan yaitu efisiensi stasiun kerja dan menambah jumlah *output* produksi yang dapat dihasilkan.

Hasil dari perhitungan akan menunjukkan apakah sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan ini akan dihasilkan suatu perubahan lebih baik atau sebaliknya. Pada tabel 4.32 berikut ini dapat dilihat perbandingan hasil antara sebelum dan sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan.

Tabel 4.22 Perbandingan Kondisi Awal dan Sesudah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan

No.	Kriteria	Sebelum	Sesudah	
			Pendekatan Wilayah	Bobot Posisi
1	Stasiun Kerja	5 Stasiun	4 Stasiun	4 Stasiun
3	<i>Idle time</i>	2653,83 menit	653,76 menit	235,56 menit
4	<i>Available time</i>	1546,26 menit	1068,25 menit	963,70 menit
5	<i>Balance delay</i>	53,19 %	15,30 %	6,11 %
6	Efisiensi	46,81 %	84,70 %	93,89 %
7	<i>Output</i> Produksi	1986,73 kg	2875,72 kg	3187,7 kg

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari tabel 4.20 diatas, ternyata efisiensi lintasan produksi mengalami peningkatan dari 46,81% menjadi 84,70% untuk Metode Pendekatan Wilayah dan 93,89% untuk metode Bobot Posisi. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan *balance*

delay pada proses penyeimbangan lintasan yaitu perbedaan kombinasi dalam pengelompokan proses operasi untuk masing-masing stasiun kerja sebelum dan sesudah proses penyeimbangan lintasan

Secara keseluruhan dari tabel 4.20 diatas dapat disimpulkan bahwa setelah diterapkannya metode keseimbangan lintasan ini didapatkan hasil :

1. Idle time turun dari 2653,83 menit menjadi 653,76 menit dan 235,56 menit

Sehingga terjadi penurunan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{a. Pendekatan Wilayah} &= (2653,83 - 653,76) \text{ menit} \\ &= 2000,07 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Bobot Posisi} &= (2653,83 - 235,56) \text{ menit} \\ &= 2418,27 \text{ menit} \end{aligned}$$

2. Balance delay turun dari 53,19 % menjadi 15,30 % dan 6,11 %

Sehingga terjadi penurunan sebesar

$$\begin{aligned} \text{a. Pendekatan Wilayah} &= (53,19 \% - 15,30 \%) \\ &= 37,89\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Bobot Posisi} &= (53,19 \% - 6,11 \%) \\ &= 47,08\% \end{aligned}$$

3. Efisiensi lintasan naik dari 46,81 % menjadi 84,70 % dan 93,89 %

Sehingga terjadi kenaikan sebesar

$$\begin{aligned} \text{a. Pendekatan Wilayah} &= (84,70 \% - 46,81 \%) \\ &= 37,89\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Bobot Posisi} &= (93,89 \% - 46,81 \%) \\ &= 47,08\% \end{aligned}$$

4. Jumlah stasiun kerja. turun dari 5 menjadi 4 buah

5. *Output* Produksi naik dari 1986,73 kg per hari menjadi 2875,72 kg per hari dan 3187,7 kg per hari

Sehingga terjadi kenaikan sebesar:

a. Pendekatan Wilayah = $(2875,72 \text{ kg} - 1986,73 \text{ kg})$ per hari
= 888,99

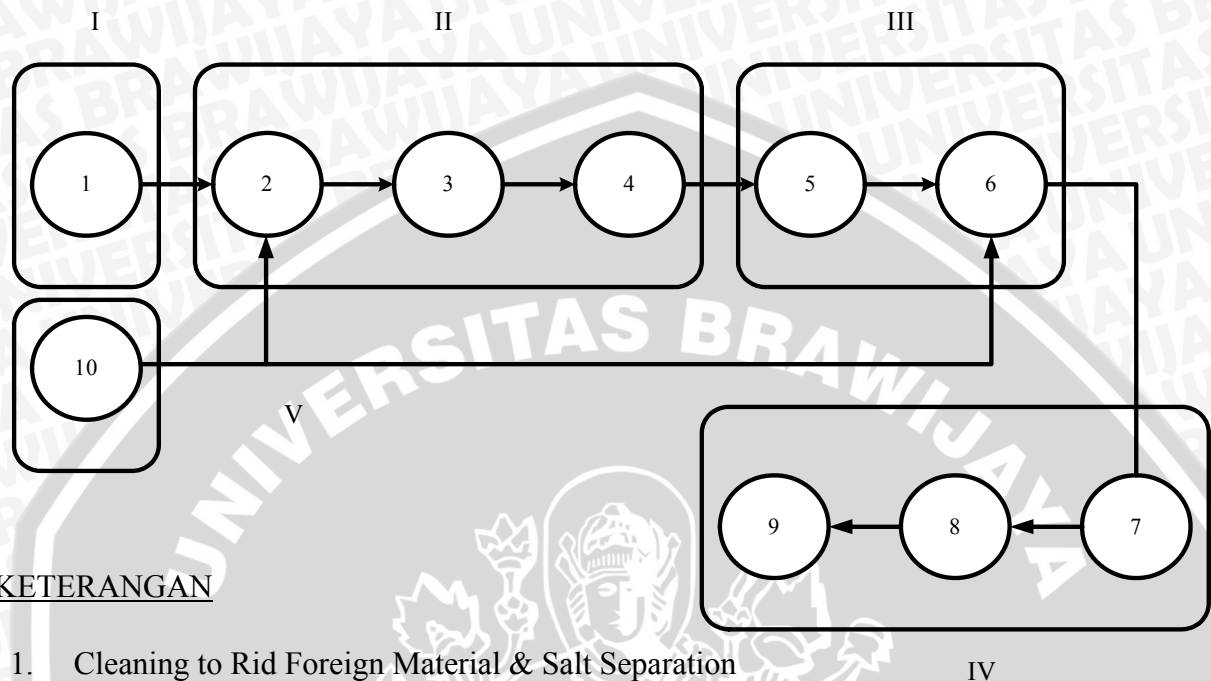
b. Bobot Posisi = $(3187,7 \text{ kg} - 1986,73 \text{ kg})$ per hari
= 1200,97

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4.7.2.3. Skema Stasiun Kerja Sebelum dan Setelah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan

1. Skema sebelum penerapan metode keseimbangan lintasan



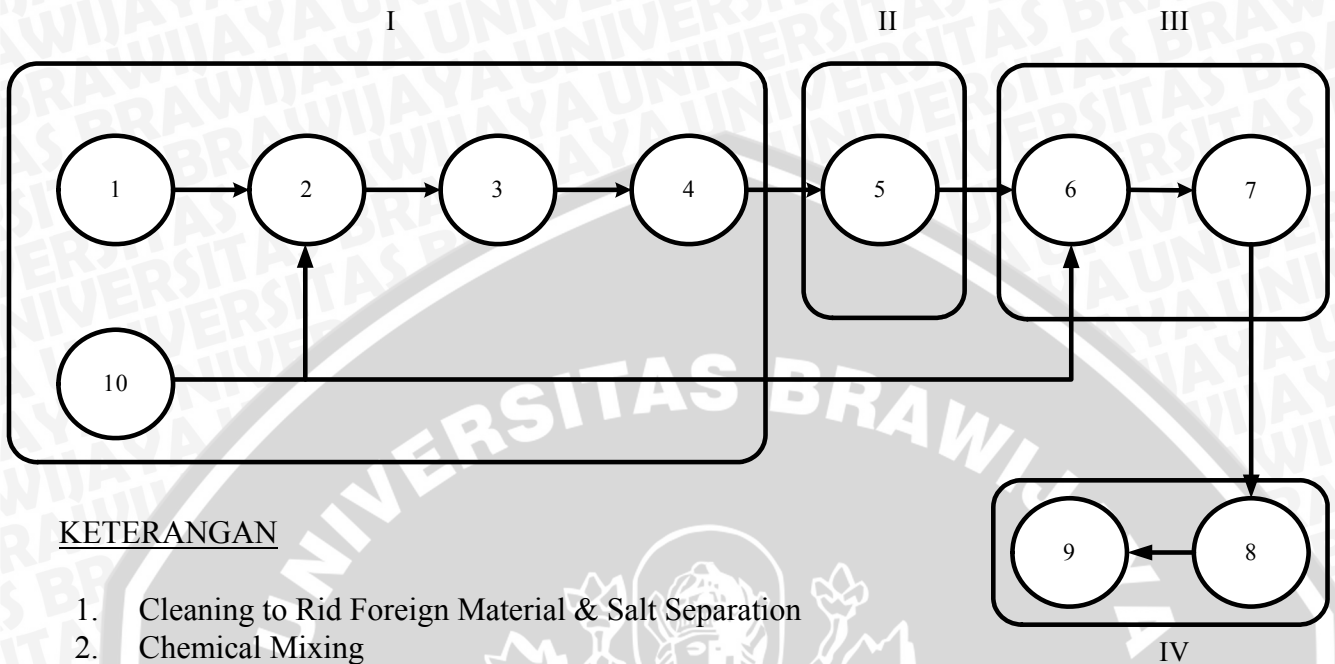
KETERANGAN

1. Cleaning to Rid Foreign Material & Salt Separation
2. Chemical Mixing
3. Chemical Soaking Process
4. Washing
5. Sun Drying
6. Oven Drying
7. Cutting
8. Mixing & Laboratory Analysis
9. Weighing & Packaging
10. Water Boiler

Gambar 4.4 Skema sebelum penerapan metode keseimbangan lintasan

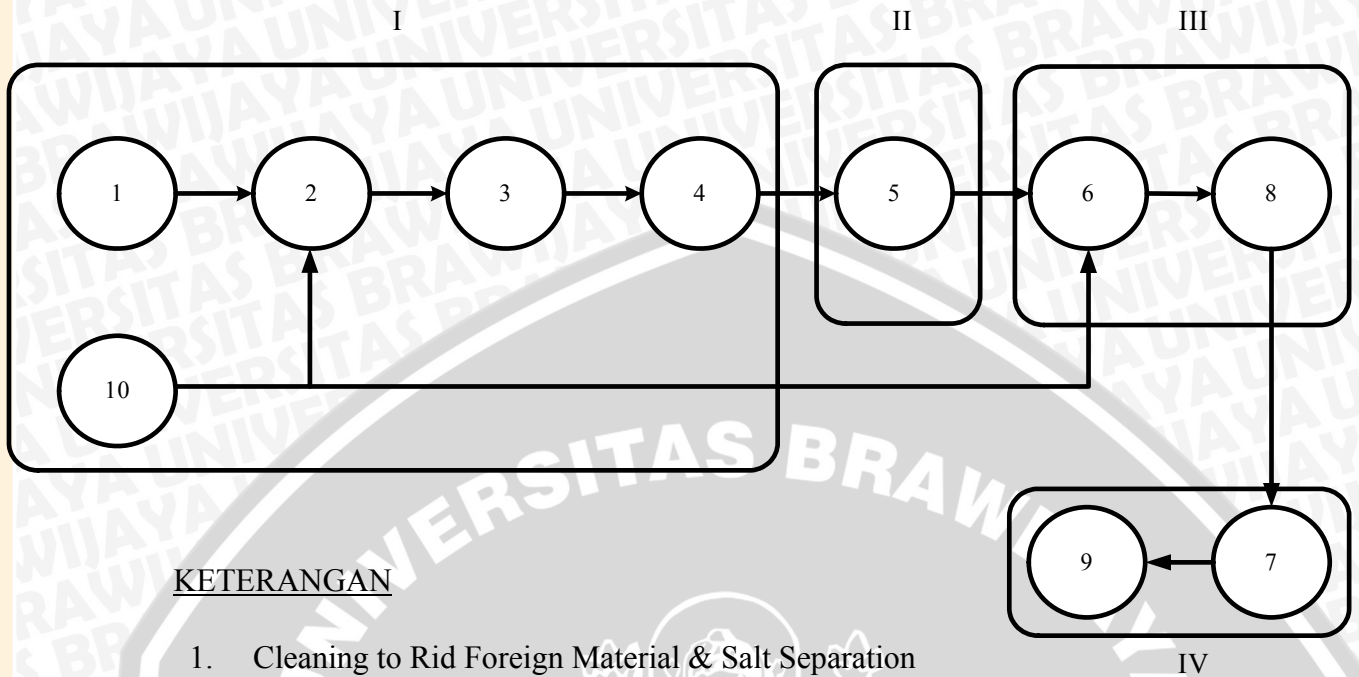
2. Skema sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan

a. Metode Pendekatan Wilayah



Gambar 4.5 Skema sesudah penerapan Metode Pendekatan Wilayah

b. Metode Bobot Posisi



Gambar 4.6 Skema sesudah penerapan metode Bobot Posisi

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisis keseimbangan lintasan dengan Metode Pendekatan Wilayah dan Bobot Posisi di PT. Indonusa Algaemas Prima ternyata hasil yang diperoleh dengan Metode Bobot Posisi lebih optimal bila dibandingkan dengan Metode Pendekatan Wilayah, sehingga hasil optimasi yang digunakan adalah hasil optimasi metode Bobot Posisi. Sehingga diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaturan operasi-operasi ke dalam 4 stasiun kerja :
 - a. Stasiun Kerja I terdiri dari operasi: 1, 10, 2, 3, 4
 - b. Stasiun Kerja II terdiri dari operasi: 5
 - c. Stasiun Kerja III terdiri dari operasi: 6,8
 - d. Stasiun Kerja IV terdiri dari operasi: 7,9

Terjadi penurunan *balance delay* sebesar 47,08% dari 53,19 % menjadi 6,11% dengan jumlah stasiun kerja 4 buah. Dengan penurunan *balance delay* tersebut menjadikan efisiensi mengalami kenaikan sebesar 47,70% dari efisiensi 46,81 % menjadi 93,89 %.

2. *Output* produksi per hari (8 jam kerja) dapat ditingkatkan dari 1986,73 kg menjadi 3187,7 kg, sehingga terjadi peningkatan *output* produksi sebesar 1200,97 kg terhadap *output* produksi lama atau naik 60,45 %.

5.2. Saran

Berdasarkan analisis pengolahan data, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian mengenai proses pengeringan, sehingga perusahaan tidak tergantung pada kondisi alam
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai layout perusahaan sehingga didapatkan waktu transportasi yang lebih baik dan aliran produksi yang lancar
3. Untuk lebih meningkatkan lancarnya proses produksi, perlu adanya bagian teknisi dilapangan yang sewaktu-waktu siap bila terjadi kerusakan ataupun macetnya mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus, 1986, *Manajemen Produksi, Perencanaan Sistem Produksi*, Yogyakarta : BPFE.
- Apple, James M. 1990, *Tata Letak Pabrik dan Pindahan Bahan*, Edisi ketiga, terjemahan Nurhayati M. T. Mardiono, Bandung : ITB.
- Buffa, Elwood S, 1991, *Manajemen Produksi/Operasi*, Jakarta: Erlangga.
- Elsayed, Elsayed A, 1994, *Analysis and Control of Production Systems*, New York: Mc Graww Hill.
- J.H.F. Sawyer, 1970, *Line Balancing*, New England: The Machinery Publishing Co.Ltd
- Masduki, 2005, *Pengantar Teknik Industri*, Malang: Pasca Sarjana Unibraw.
- Nasution, Arman Hakim, 2006, *Manajemen Industri*, Yogyakarta: ANDI
- Subagyo, Pangestu, 1990, *Dasar-dasar Operation s Research*, Yogyakarta: BPFE.
- Sutalaksana, Iftikar Z, 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: ITB.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1989, *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*, Surabaya: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pindahan Bahan*. Penerbit ITS. Surabaya.

