

**PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI PRODUK COKE  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINE BALANCING***

(Studi Kasus di PT. Cola-Cola Bottling Indonesia, Jawa Timur)

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**CHANDRA ARIYONO NUGROHO**

**NIM. 0310623020-62**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN MESIN**

**MALANG**

**2009**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI PRODUK COKE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINE BALANCING*

(Studi Kasus di PT. Cola-Cola Bottling Indonesia, Jawa Timur)

## SKRIPSI

### KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**CHANDRA ARIYONO NUGROHO**

**NIM. 0310623020-62**

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
<u>Ir. Masduki, MM</u> NIP. 130 350 754	<u>Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc. CSE</u> NIP. 132 048 543

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI PRODUK COKE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINE BALANCING*

(Studi Kasus di PT. Cola-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur)

Disusun Oleh :

**CHANDRA ARIYONO NUGROHO**

**NIM. 0310623020-62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 03 Februari 2009

**DOSEN PENGUJI**

Skripsi I

Skripsi II

**Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc.**

**NIP. 131 414 121**

**Ir. Endi Sutikno, MT.**

**NIP. 131 756 002**

**Komprehensif**

**Ir. Suharto, MM.**

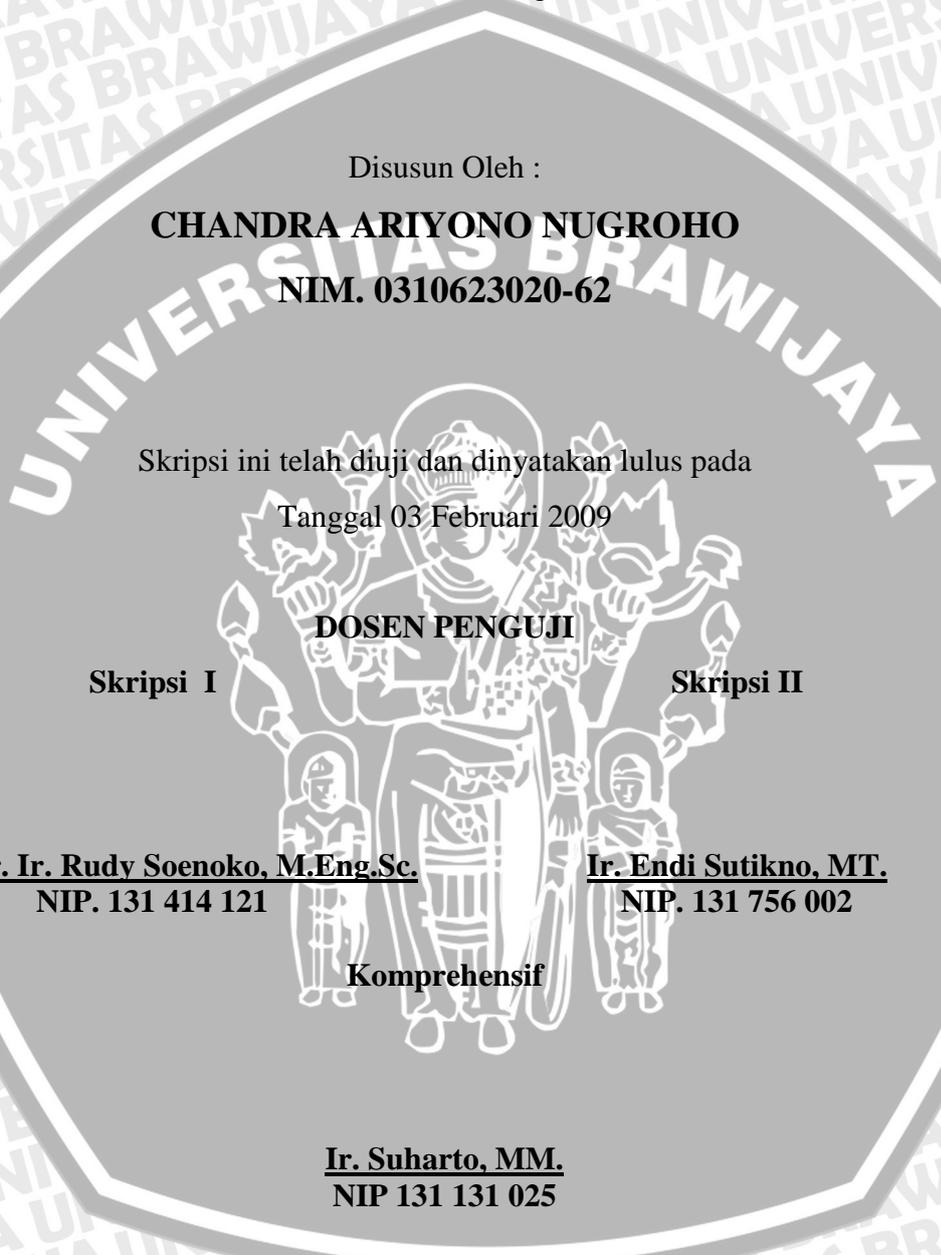
**NIP 131 131 025**

Mengetahui:

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.**

**NIP. 132 159 708**



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji syukur kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Adapun tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan yang diwajibkan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari keterlibatan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Sumaryono dan Ibunda Sunaryanti yang saya kasihi dan saya hormati, dukungan moril, materi dan restunya yang mendorong menyelesaikan kuliah.
2. Adinda Pratika Damayanti yang saya kasihi, dukungan berupa do'a dan segala kesempatan yang diberikan untuk menyelesaikan kuliah.
3. Bapak Faris Mazaya selaku Manager Learning & Human Resources Development PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur, yang telah memberi kesempatan untuk melakukan penelitian.
4. Segenap staf PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur, yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data.
5. Bapak Ir. Masduki, MM, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono. M.Sc, CSE., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. dan Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc.CSE., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
8. Oni Febri N, Danu, Benny, Jhon hijet dan Binang Griya Shanta A-11 dan L-243 serta arek Mesin'03, dukungan dan kebersamaan kita membuat lebih semangat.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya. Saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangatlah diharapkan guna kesempurnaan skripsi ini.

Malang, Februari 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
RINGKASAN.....	ix
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Asumsi-asumsi Dasar.....	6
1.5. Tujuan Penelitian.....	6
1.6. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Lintasan Produksi.....	7
2.3. Keseimbangan Lintasan.....	8
2.4. Metode Keseimbangan Lintasan.....	9
2.3.1. Metode Bobot Posisi.....	10
2.3.2. Metode Pendekatan Wilayah.....	10
2.5. <i>Precedence</i> Diagram.....	11
2.5. <i>Precedence Matrix</i> .....	12
2.6. Bobot Posisi.....	12
2.8. Menentukan Siklus Waktu.....	13
2.9. Menentukan Jumlah Stasiun Kerja.....	13
2.10. Menghitung <i>Balance Delay</i> .....	14
2.11. Menghitung Efisiensi.....	14
2.12. Menghitung <i>Output</i> Produksi.....	15
2.13. Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti.....	15
2.14. Pengamatan Pendahuluan.....	17

2.15. Test Keseragaman dan Kecukupan Data .....	17
2.16. Menentukan <i>Performance Rating</i> .....	19
2.17. Menentukan <i>Allowance Time</i> .....	21
2.18. Menghitung Waktu Normal .....	21
2.19. Menghitung Waktu Baku .....	22
2.19. Hipotesis .....	22

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Obyek Penelitian .....	23
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	23
3.2. Prosedur Penelitian .....	23
3.3.1. Survey Awal .....	23
3.3.2. Identifikasi Masalah .....	23
3.3.3. Studi Literatur .....	23
3.3.4. Rumusan Masalah .....	24
3.3.5. Pengumpulan Data .....	24
3.3.5.1. Sumber Data .....	24
3.3.5.2. Metode Pengumpulan Data .....	24
3.3.6. Tes Keseragaman Data .....	25
3.3.7. Tes Kecukupan Data .....	25
3.3.8. Perhitungan Waktu Rata-rata .....	25
3.3.9. Perhitungan Waktu Normal .....	25
3.3.10. Perhitungan Waktu Baku .....	25
3.3.11. Analisis Keseimbangan Lintasan .....	25
3.3.12. Pembahasan .....	26
3.3.13. Kesimpulan dan Saran .....	26
3.4. Diagram Alir .....	26

**BAB IV PENGUMPULAN, PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA**

4.1. Data Perusahaan .....	29
4.1.1. Proses Produksi .....	30
4.1.2. Data Waktu Tiap Proses .....	32
4.1.3 Jam Kerja Efektif .....	32
4.2. Pengolahan Data .....	33



4.2.1. Tes Keseragaman Data.....	33
4.2.2. Uji Kecukupan Data.....	35
4.2.3. Perhitungan Waktu Baku.....	38
4.2.4. Peta Proses Operasi.....	44
4.3. Analisa Kondisi Awal.....	45
4.3.1. Pengelompokan Operasi Kerja Dalam Stasiun Awal.....	45
4.3.2. <i>Precedence</i> Diagram Kondisi Awal.....	46
4.3.3. Perhitungan Awal <i>Balance Delay</i> dan Efisiensi Sistem.....	47
4.4. Perhitungan Waktu Siklus Optimal.....	48
4.5. Keseimbangan Lintasan Dengan Metode Bobot Posisi.....	50
4.5.1. <i>Precedence Matrix</i> .....	50
4.5.2. Bobot Posisi Masing-masing Operasi.....	53
4.5.3. Penyusunan Ranking Bobot Posisi.....	54
4.5.4. Pengelompokan Operasi Ke Dalam Stasiun Kerja.....	55
4.5.4. <i>Precedence</i> Diagram.....	57
4.6. Keseimbangan Lintasan Dengan Metode Pendekatan Wilayah.....	58
4.6.1. <i>Precedence</i> Diagram.....	58
4.6.2. Pembagian Operasi-operasi Dalam Beberapa Wilayah.....	58
4.6.3. Penyusunan Ranking Operasi Dalam Setiap Wilayah.....	60
4.6.4. Penentuan Waktu Siklus & Pengelompokan Stasiun Kerja...60	
4.6.5. Pengelompokan Operasi Ke Dalam Stasiun Kerja.....	60
4.7. Pembahasan Hasil Pengolahan dan Analisa Data.....	64
4.7.1. Waktu Normal dan Waktu Baku.....	65
4.7.1.1. Waktu Normal.....	65
4.7.1.2. Waktu Baku.....	65
4.7.2. Keseimbangan Lintasan Produksi.....	67
4.7.2.1. Pemilihan Alternatif Lintasan.....	67
4.7.2.2. Analisa Efisiensi.....	69
4.7.2.3. Skema Stasiun Kerja Sebelum dan Sesudah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan.....	71
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	75

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1.	Waktu Proses Operasi Tiap <i>Work Station</i> .....	2
Tabel 2.1.	<i>Precedence Matrix</i> .....	12
Tabel 2.2.	Bobot Posisi Operasi.....	13
Tabel 2.3.	Nilai Kepercayaan atau Nilai Kritis.....	17
Tabel 2.4.	<i>Westing House Performance</i> .....	20
Tabel 4.1.	Proses Produksi Minuman Jenis <i>Coke</i> .....	30
Tabel 4.2.	Waktu Pengamatan Proses Produksi Minuman Jenis <i>Coke</i> .....	32
Tabel 4.3.	Data Waktu Pengamatan Untuk Operasi O-01.....	33
Tabel 4.4.	Uji Keseragaman Data.....	35
Tabel 4.5.	Uji Kecukupan Data.....	37
Tabel 4.6.	Data Nilai <i>Rating Performance</i> .....	39
Tabel 4.7.	Data Nilai Waktu Normal.....	40
Tabel 4.8.	Data Nilai <i>Allowance Time</i> .....	41
Tabel 4.9.	Data <i>Rating Performance</i> dan <i>Allowance Time</i> Tiap Proses.....	42
Tabel 4.10.	Perhitungan Waktu Baku Tiap operasi.....	43
Tabel 4.11.	Pengelompokan Operasi Kerja Stasiun Kerja Awal.....	45
Tabel 4.12.	Penentuan Waktu Siklus Optimal.....	49
Tabel 4.13.	<i>Precedence Matrix</i> .....	51
Tabel 4.14.	Tabel Bobot Posisi Untuk Tiap Operasi.....	52
Tabel 4.15.	Penentuan Bobot Posisi Masing-masing Operasi.....	53
Tabel 4.16.	Pengurutan Prioritas Operasi Berdasarkan Bobot Posisi.....	54
Tabel 4.17.	Pengelompokan Operasi Kerja Stasiun .....	55
Tabel 4.18.	Pembagian Operasi-operasi Kedalam Beberapa <i>Region</i> .....	58
Tabel 4.19.	Pengelompokan Operasi Berdasarkan Urutan Rangking dalam Setiap <i>Region</i> .....	60
Tabel 4.20.	Penentuan Waktu Siklus Optimal.....	62
Tabel 4.21.	Pengelompokan Operasi Kerja Stasiun .....	63
Tabel 4.22.	Nilai Waktu Normal.....	66
Tabel 4.23.	Nilai Waktu Baku.....	67
Tabel 4.24.	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Pendekatan Wilayah Dan Metode Bobot Posisi.....	68

Tabel 4.25. Perbandingan Kondisi Awal Dan Sesudah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan.....70



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1.	Aliran Proses Produksi.....	3
Gambar 1.1.	Waktu Proses Operasi Tiap <i>Work Station</i> .....	3
Gambar 2.1.	Jaringan Kerja.....	9
Gambar 2.2.	<i>Precedence</i> Diagram.....	12
Gambar 2.3.	Langkah – langkah Sistematis Dalam Pengukuran Kerja.....	16
Gambar 2.2.	<i>Control Chart</i> .....	12
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4.1.	Tingkat Keseragaman Data Pada Operasi O-01.....	34
Gambar 4.2.	Peta Proses Produksi.....	44
Gambar 4.3.	<i>Precedence</i> Diagram Kondisi Awal.....	46
Gambar 4.4.	<i>Precedence</i> Diagram Dengan Metode Bobot Posisi.....	57
Gambar 4.5.	<i>Precedence</i> Diagram Dengan Metode Pendekatan Wilayah.....	59
Gambar 4.6.	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Pendekatan Wilayah Dan Metode Bobot Posisi.....	69
Gambar 4.7.	Perbandingan Kondisi Awal Dan Sesudah Penerapan Metode Keseimbangan Lintasan.....	70
Gambar 4.8.	Skema Stasiun Kerja Produksi <i>Coke</i> Sebelum Diterapkannya Metode Keseimbangan Lintasan.....	71
Gambar 4.8.	Skema Stasiun Kerja Produksi <i>Coke</i> Setelah Diterapkannya Metode Keseimbangan Lintasan.....	72

## RINGKASAN

Chandra Ariyono Nugroho, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Januari 2009, "Peningkatan Kapasitas Produksi Produk *Coke* Dengan Menggunakan Metode *Line Balancing*. (Studi Kasus di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia, Gempol-Pasuruan)". Dosen Pembimbing 1: Ir. Masduki, MM., Dosen Pembimbing 2: Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc, CSE.

Proses penyeimbangan lintasan (*Line Balancing*) merupakan salah satu faktor penting didalam produksi massal. Sejumlah kegiatan produksi dikelompokkan kedalam beberapa pusat pekerjaan, yang untuk selanjutnya disebut sebagai stasiun kerja. Waktu yang diijinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan itu ditentukan oleh lintasan produksi sehingga semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama dan jika salah satu stasiun bekerja dibawah kecepatan lintasan maka stasiun tersebut memiliki waktu menganggur (Hendra, 2002:95)

PT. Coca-Cola Bottling Indonesia merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi minuman, yang menginginkan peningkatan pada kapasitas produksinya. Banyak usaha yang telah ditempuh PT. CCBI, dalam upaya meningkatkan kapasitas produksinya, namun kurang memperhatikan aspek lintasan produksi yang ada. Sehingga banyak terjadi penumpukan barang pada lintasan produksinya. Banyaknya penumpukan barang ini, tentu saja berpengaruh pada besarnya waktu proses yang dibutuhkan untuk menghasilkan minuman jenis *coke*. Waktu siklus menjadi lebih lama. Akibatnya *output* produksi menjadi kurang optimal.

Untuk memecahkan masalah tersebut, peneliti menggunakan metode keseimbangan lintasan khususnya metode *Heuristik*, yaitu Pendekatan Wilayah dan Bobot Posisi. Metode-metode tersebut menggunakan pendekatan-pendekatan yang berbeda. Metode Bobot Posisi yang merupakan metode awal, yang menitikberatkan konsep keseimbangan lintasan berdasarkan bobot posisi tiap proses operasi, sedangkan metode Pendekatan Wilayah merupakan perbandingan dari metode Bobot Posisi, 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 sistem, *output* produksinya.

Dari kajian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil. Peningkatan kapasitas produksi dari 8100 *case*/tahun menjadi 8.304 *case*/tahun. Penurunan *balance delay*-nya sebesar 38,856 % dari 45,013 % menjadi 6,157%. Efisiensi sistemnya meningkat mengalami kenaikan sebesar 38,856 %. dari efisiensi awal 54,987% menjadi 93,843 %., dengan jumlah stasiun kerja tetap yaitu 6 stasiun kerja.

Dengan demikian peningkatan kapasitas produksi dengan menggunakan metode *Line Balancing* agar *Idle Time* dapat diminimalkan, dapat dilakukan. Sehingga pada akhirnya nanti setiap unit kerja yang ada, dapat didistribusikan setepat mungkin sehingga perusahaan ini mampu menjawab kebutuhan pasar.

Kata kunci: *Balance delay*, *Idle time*, *Line balancing*, Lintasan produksi.

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Produksi adalah semua kegiatan untuk menciptakan dan menambah kegunaan suatu barang atau jasa, dengan memanfaatkan faktor-faktor produksi yang tersedia. (Sumarni, 1998:205).

Tujuan dari sistem produksi manufaktur, baik yang jenis produksinya terputus-putus maupun terus-menerus, adalah berusaha memproduksi suatu komoditi yang tepat waktu, memiliki kualitas tinggi, harga bersaing, biaya produksi rendah.

Dalam proses transformasi bahan baku hingga menjadi produk jadi, perusahaan harus bisa menekan biaya produksi seefisien mungkin, tanpa mengabaikan unsur kualitas suatu produk dan mengusahakan proses transformasinya berjalan lancar dengan aliran lintasan yang baik dan seimbang sesuai dengan kapasitas produksi yang diinginkan.

Untuk melakukan proses produksi dengan baik, lancar dan menghasilkan suatu produk seperti apa yang diharapkan, maka perlu memperhatikan beberapa faktor. Faktor tersebut salah satunya adalah mengenai banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi, jika waktu produksi terlalu lama dikarenakan lintasan produksi yang kurang seimbang, maka proses produksi berjalan tidak lancar.

Proses penyeimbangan lintasan (*Line Balancing*) merupakan salah satu faktor penting didalam produksi massal. Sejumlah pekerjaan produksi dikelompokkan kedalam beberapa pusat pekerjaan, yang untuk selanjutnya disebut sebagai stasiun kerja. Lintasan produksi yang kurang seimbang akan berdampak pada setiap stasiun kerja di lintasan yang mempunyai kecepatan produksi berbeda, akibatnya lintasan produksi menjadi tidak efisien. Hal ini terlihat dengan menumpuknya produk disalah satu atau beberapa stasiun kerja sehingga semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan produksi yang sama dan jika suatu stasiun bekerja dibawah kecepatan lintasan maka stasiun tersebut akan memiliki waktu menganggur.

Kondisi seperti ini merupakan satu hal yang merugikan, baik kerugian dalam hal besarnya waktu standard produksi. Oleh karena itu yang menjadi masalah dalam hal penyeimbangan lintasan produksi adalah menyeimbangkan stasiun kerja dengan tujuan mendapatkan waktu proses produksi yang seimbang disetiap stasiun kerja sehingga akan meningkatkan efisiensi produksi.

Suatu keseimbangan lintasan (*Line Balancing*) berkaitan erat dengan produksi massal (dalam jumlah banyak). Sejumlah pekerjaan produksi dikelompokkan ke dalam beberapa pusat kerja, yang disebut stasiun kerja. Waktu yang diijinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan itu ditentukan oleh kecepatan lintasan produksi. Semua stasiun kerja sedapat mungkin harus memiliki waktu siklus yang sama. Bila suatu stasiun kerja memiliki waktu dibawah siklus idealnya maka stasiun tersebut akan memiliki waktu menganggur.

Tujuan akhir dari keseimbangan lintasan adalah meminimasi waktu menganggur pada tiap stasiun kerja, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap stasiun kerja (Nasution:1999).

Dalam hal ini akan dibahas masalah keseimbangan lintasan produksi minuman berkarbonasi yang merupakan rangkaian proses produksi di PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA – JAWA TIMUR yang terdapat di daerah industri Gempol Pasuruan. Perusahaan ini bergerak dalam usaha produksi minuman berkarbonasi untuk memenuhi kebutuhan minuman berkarbonasi di Indonesia.

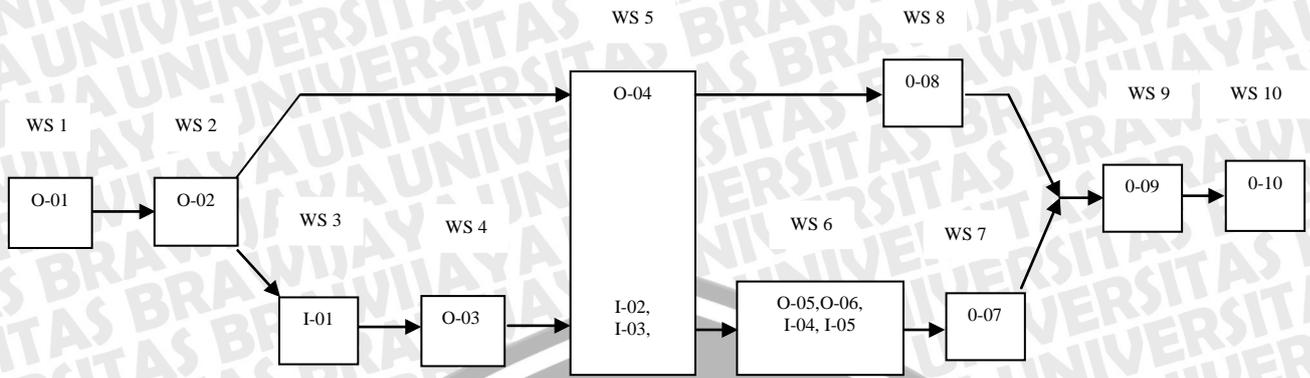
PT. Coca-Cola Bottling Indonesia (CCBI) didalam proses produksinya memerlukan beberapa stasiun kerja, yang masing-masing stasiun kerja memiliki peranan yang berbeda dalam menghasilkan produk minuman berkarbonasi dengan merk dagang Coca-Cola atau dikenal dengan istilah minuman *coke*.

Dalam proses pembuatannya aliran proses kerja pada setiap stasiun kerja yang terdapat pada PT. CCBI masih memiliki ketidakseimbangan yang dapat menimbulkan *bottle neck* (kemacetan) sehingga akan menghambat stasiun kerja lainnya. Ketidakseimbangan lintasan ini akan berdampak pada kurang optimalnya *output* produksi Dengan jumlah pesanan yang terlalu banyak membuat perusahaan menambah waktu produksi diluar jam kerja sehingga menambah biaya produksi. Bertolak dari tinjauan permasalahan di atas, maka penulis bermaksud meneliti masalah tersebut dengan tujuan untuk lebih mengoptimalkan lagi kapasitas produksi dari perusahaan dengan mempertimbangkan keseimbangan pada lintasan produksi.

Hal ini disebabkan beban kerja yang tidak seimbang antar stasiun kerja sehingga dapat menurunkan efisiensi kerja. Seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1. Waktu Proses Operasi Tiap *Work Station* pada PT. CCBI

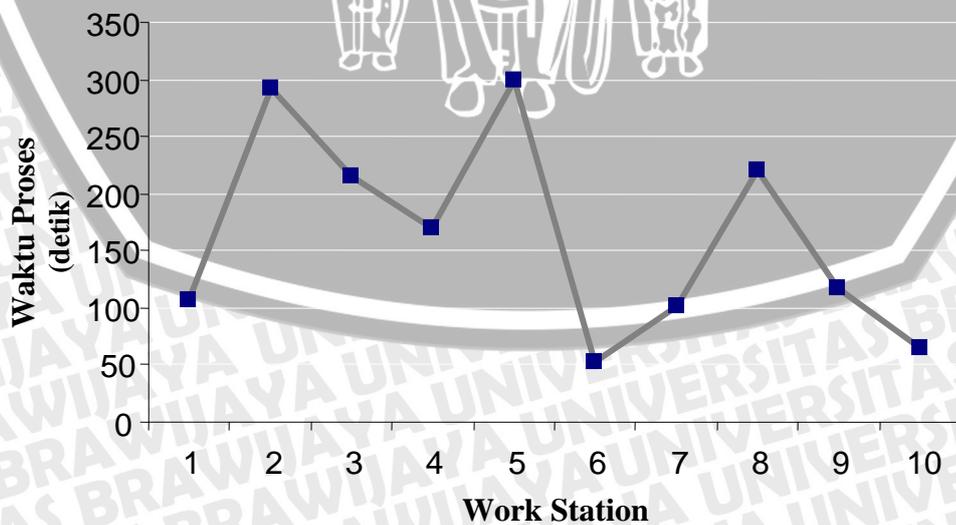
Work station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Waktu (detik)	107,27	291,48	215,69	170,4	298,46	53,31	101,68	220,74	116,97	65,18



Gambar 1.1 Gambar Aliran Proses Produksi

Keterangan:

- Work Station 1 meliputi : *Unloading*
- Work Station 2 meliputi : *Uncaser*
- Work Station 3 meliputi : *Pre-inspection*
- Work Station 4 meliputi : *Washer*
- Work Station 5 meliputi : *Case washer, Empeties Inspection, Empeties Bottle Inspection.*
- Work Station 6 meliputi : *Filling, Date coding, Checkmate, Full good inspection*
- Work Station 7 meliputi : *Casepacker*
- Work Station 8 meliputi : *Casepacker bottle*
- Work Station 9 meliputi : *Palletizer*
- Work Station 10 meliputi : *Warehouse*



Gambar 1.2. Waktu Proses Operasi Tiap Work Station.

Berdasarkan Gambar 1.2 terdapat perbedaan waktu operasi yang mencolok pada setiap stasiun kerja, seperti antara stasiun kerja 1 dengan stasiun kerja 2 yang memiliki selisih waktu sebesar 184,208 detik atau stasiun kerja 5 dengan stasiun kerja 6 yang memiliki selisih waktu sebesar 245,160 detik dari data diatas terlihat adanya kemacetan pada lintasan produksi.

Pada siklus produksi, operasi yang memiliki waktu proses yang paling cepat akan cenderung menganggur apabila pekerjaan selesai, sehingga *output* operasi tersebut akan menumpuk, dan menunggu proses operasi berikutnya yang memiliki waktu siklus lebih lama. Hal ini menyebabkan terjadinya beban kerja yang besar pada salah satu jenis proses produksi. Perbedaan kapasitas produksi pada tiap operasi akan menyebabkan penumpukan barang setengah jadi dalam lintasan produksi. Hal ini akan berdampak pada penyerapan dana persediaan barang setengah jadi sehingga distribusi penggunaan dana dalam perusahaan menjadi tidak efisien.

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi, maka dilakukan pengumpulan data proses produksi dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*). Dari data tersebut dilakukan uji keseragaman data dan uji kecukupan data pada setiap operasinya. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah seragam, selain itu dimaksudkan untuk mengetahui jumlah data minimal yang harus dikumpulkan agar data tersebut benar-benar *valid*. Kemudian dibuat peta proses operasi dan ditampilkan menjadi *presedence diagram* yang akan digunakan untuk membuat *presedence matrik* yang merupakan dasar perhitungan dengan menggunakan metode *Rank Positional Weight* (Rangking Bobot Posisi) dan metode *Region Apporoach* (Pendekatan Wilayah). Pengolahan data dilakukan untuk membandingkan kondisi awal perusahaan dengan hasil analisa yang meliputi perhitungan *balance delay*, *efficiency system*, *output production* dan jumlah stasiun kerja dengan menggunakan metode *Rank Positional Weight* dan *Region Apporoach*

Salah satu metode untuk menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan adalah metode *heuristic*. Definisi *heuristic* adalah sebuah langkah-langkah pemecahan masalah yang telah umum digunakan untuk memecahkan masalah yang kaitan dengan proses produksi. Metode *heuristic* didasarkan pada pendekatan sistematis serta pendekatan *trial and error* dan teknik ini memberikan hasil yang secara matematis akan tetapi kurang optimal, namun metode ini memberikan hasil yang memuaskan untuk dipakai. Metode *Rank Positional Weight* dan *Region Apporoach* merupakan bagian dari metode *heuristic* yang sering digunakan.

Metode Hegelson dan Birnie ini lebih dikenal dengan Metode *Ranked Positional Weigth System* (sistem RPW). Langkah pertama dari metode ini adalah membuat diagram *precedence* dan *matrix precedence*. Kemudian dihitung bobot posisional untuk setiap elemen yang diperoleh dari penjumlahan waktu pengerjaan elemen tersebut dengan waktu pengerjaan elemen lain yang mengikuti elemen tersebut.

Metode *Region Apporoach* ini pertama kali dikembangkan oleh Kilbrige Waster, pada hakekatnya sama dengan metode RWP, yang membedakan adalah adanya pengelompokan operasi kedalam stasiun kerja (berdasarkan *region* dan waktu siklus) yang mana masing-masing stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus.

### 1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diambil pokok permasalahan sebagai berikut :

Bagaimana meningkatkan kapasitas produksi dengan menerapkan metode *Line Balancing*, sehingga *Balance delay* (waktu menganggur) dapat diminimalkan?

### 1.3. Batasan masalah

Dari beberapa jenis produk minuman yang diproduksi oleh PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA – JAWA TIMUR, didalam penelitian ini hanya produk minuman *Coke* yang akan diteliti. Adapun batasan dari permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada satu jenis produk yaitu *Coke*.
2. Waktu proses operasi yang digunakan merupakan waktu baku operasi.
3. Tidak membahas jumlah tenaga kerja yang digunakan pada tiap stasiun kerja.
4. Tidak membahas biaya yang digunakan sesudah dan sebelum digunakan analisis keseimbangan lintasan.
5. Masalah yang ditinjau hanya pada proses sepanjang lintasan produksi 2 untuk jenis minuman *Coke*.
6. Metode keseimbangan lintasan produksi yang digunakan adalah metode *Heuristic* yang meliputi metode Bobot Posisi dan Pendekatan Wilayah.
7. Posisi *layout* kerja tidak berubah.
8. Tidak membahas masalah lain yang tidak berkaitan dengan aspek waktu.

#### 1.4. Asumsi-asumsi dasar

1. Produksi berjalan normal dan lancar.
2. Persediaan bahan baku tercukupi.
3. Operator telah memiliki keahlian yang cukup untuk mengoperasikan mesin ataupun menggunakan alat yang ada.
4. Urutan proses produksi sesuai yang ditetapkan.
5. Kondisi *layout* stasiun kerja dianggap tidak berpengaruh.
6. Peralatan dan mesin dalam keadaan baik.

#### 1.5. Tujuan penelitian

Dalam melakukan penelitian tentunya mempunyai tujuan yang akan dicapai guna menentukan arah dan tujuan yang diinginkan. Adapun tujuan penulis mengadakan penelitian ini adalah :

1. Meminimalkan *balance delay* dengan pengaturan jumlah stasiun kerja.
2. Meningkatkan efisiensi lintasan produksi.
3. Meningkatkan kapasitas produksi.

#### 1.6. Manfaat penelitian

Penelitian merupakan suatu cara untuk mendapatkan informasi tentang masalah-masalah pada industri yang bersangkutan, sehingga hasil penelitian dapat memberikan informasi dan manfaat bagi perusahaan maupun penulis. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Perusahaan dapat meningkatkan efisiensi lintasan produksi lewat metode keseimbangan lintasan yang diusulkan.
2. Memberikan masukan pada perusahaan dalam menentukan kebijakan terhadap jumlah pekerja dan pengaturan sistem kerja.
3. Sebagai media pelatihan dalam dunia praktis dengan teori akademis diperkuliahan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian terdahulu

**Anta Muhaimin Masykur**, 2007. Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya “*Peningkatan kapasitas produksi produk Handle bagasi mobil kijang super menggunakan metode Line Balancing ( studi kasus di PT. Atak Otomotif Indomental, Sidoarjo)*”. Proses penyeimbangan lintasan (*Line Balancing*) pada PT. Atak Otomotif Indomental akan meminimalkan *balance delay*. *Idle Time*, selain itu juga meningkatkan *output* produksi.

Hasil yang didapat adalah *Idle Time* yang semula 632,952 detik menjadi 352,485 detik, berarti berkurang sebesar 20,467 detik atau sebesar 44,31%. Kapasitas produksi produk *Handle* bagasi Mobil Kijang Super yang semula 89 *pcs* per hari menjadi 124 *pcs* per hari, berarti meningkat sebanyak 35 *pcs* per hari atau 39,33%.

**Didik Prastowo**, 2005 “*Analisis Perbaikan Lintasan Produksi Di Divisi PCB (Printed Circuit Board) Assembly Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi (Studi Kasus di PT. Matshushita Lighting Indonesia Pasuruan)*”.

Dari kajian yang telah dilakukan, metode keseimbangan lintasan yang sesuai dengan parameter-parameter yang diinginkan adalah bisa kedua-duanya, sehingga kita memilih Metode Bobot Posisi dimana jika dibandingkan dengan kondisi sebelumnya terdapat peningkatan kapasitas produksi dari 2870 *pcs*/hari menjadi 3270 *pcs*/hari atau meningkat 13,93%. Penurunan *balance delay*-nya dari 18,13% menjadi 6,54%. Efisiensi sistemnya meningkat dari 81,87% menjadi 93,46%, dengan jumlah stasiun kerja tetap yaitu 5 stasiun kerja.

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

#### 2.2. Lintasan produksi

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

Persoalan yang berkaitan dengan lintasan produksi adalah menyeimbangkan beban kerja pada beberapa stasiun kerja untuk mencapai efisiensi yang tinggi dan

memenuhi rencana produksi yang telah dibuat. Berdasarkan karakteristik proses pengerjaan yang dilakukan, lintasan produksi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

#### 1. Lintasan *Asembling*

Adalah suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi *assembling* yang dikerjakan pada area kerja.

#### 2. Lintasan *Fabrikasi*

Adalah suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi pengerjaan yang bersifat membentuk atau merubah sifat (bentuk) benda kerja.

Jenis lintasan yang terdapat pada PT.Coca-Cola Bottling Indonesia adalah lintasan *fabrikasi*.

### 2.3. Keseimbangan lintasan

Keseimbangan lintasan merupakan persoalan yang pokok dalam perencanaan produksi baik yang bersifat terus-menerus maupun yang bersifat terputus-putus. Di dalam perencanaan produksi baik perusahaan itu telah didirikan maupun sebelum didirikan, perlu sekali memperhatikan aspek keseimbangan lintasan produksi sehingga efisiensi kerja yang diinginkan dapat terpenuhi.

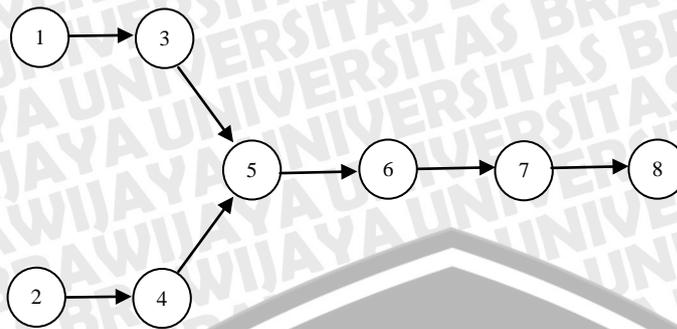
Tujuan dari penggunaan keseimbangan lintasan ini adalah untuk mengurangi atau meminimalkan waktu menganggur pada lintasan produksi yang dilalui benda kerja sehingga peralatan maupun operator dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin.

Secara fisik suatu lintasan yang tidak seimbang dapat dilihat dari adanya gejala menganggurnya beberapa orang / peralatan disatu stasiun kerja dan sibuknya beberapa orang / peralatan di stasiun kerja yang lain.

Dalam upaya menyeimbangkan lintasan produksi, tujuan yang ingin dicapai adalah tingkat efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja dan berusaha untuk memenuhi rencana produksi yang telah ditetapkan. Sehingga diupayakan untuk mengurangi perbedaan waktu antar stasiun kerja dengan memperkecil *idle time*. Dengan demikian dapat memperkecil waktu siklus produksi.

Data masukan yang harus dimiliki dalam merencanakan keseimbangan lintasan adalah (Nasution: 1999):

## 1 Jaringan kerja



Gambar 2.1 Contoh Suatu Jaringan Kerja yang Menggambarkan Hubungan Proses Produksi.

## 2 Data waktu baku pekerjaan tiap operasi.

Data ini dihitung berdasarkan perhitungan waktu baku operasi produksi.

## 3 Waktu siklus yang diinginkan

Waktu siklus yang diinginkan dapat diperoleh dari kecepatan lintasan produksi tersebut, atau dari waktu operasi terpanjang, hal ini jika waktu siklus yang diinginkan lebih kecil dari waktu operasi terpanjang

Langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan lintasan produksi adalah sebagai berikut :

1. Mencatat waktu operasi atau elemen yang dibutuhkan.
2. Mencatat urutan proses tersebut dan dicatat batasan operasi atau elemen yang mendahului dan mengikuti.
3. Menunjuk waktu operasi yang menyebabkan terjadinya kemacetan (*bottle neck*) dari operasi yang terlibat.
4. Mengatur operasi tersebut dengan mengkombinasikan atau membagi operasi tersebut sedemikian rupa, sehingga diperoleh total waktu untuk sekelompok operasi tersebut sesuai faktor keseimbangan.
5. Gambar *precedence diagram*.

#### 2.4. Metode keseimbangan lintasan

Metode keseimbangan lintasan merupakan metode yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan lintasan yang berkaitan dengan aspek waktu. Tujuan pokok dari penggunaan metode ini adalah untuk mengurangi waktu menganggur pada lintasan yang dilalui benda kerja.

Proses keseimbangan lintasan sendiri pada dasarnya tidak akan pernah mencapai kesempurnaan. Hal ini dikarenakan kita harus menambahkan waktu lebih atau *balance delay* pada hampir setiap stasiun kerja (Wignjosoebroto 1995:289).

#### 2.4.1. Metode bobot posisi (*rank positional weight*)

Metode bobot posisi diusulkan oleh W.B. Helgenson dan D.F. Birnie. Metode ini didalam suatu operasi kerja dapat dinyatakan dengan jumlah waktu dari suatu operasi yang dicari bobot posisinya ditambah dengan semua waktu operasi-operasi yang mengikutinya pada *precedence diagram*.

Langkah dasar metode bobot posisi dapat dijelaskan sebagai berikut (Kusuma, 2002:97):

1. Hitung waktu kecepatan lintasan yang diinginkan. Kecepatan lintasan aktual adalah kecepatan lintasan yang diinginkan atau kecepatan operasi paling lambat itu lebih kecil dari kecepatan lintasan yang diinginkan.
2. Buat matriks keterdahuluhan berdasarkan jaringan kerja perkaitan.
3. Hitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya.
4. Urutkan operasi-operasi mulai dari bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil.
5. Lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai dengan posisi bobot terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari kecepatan lintasan yang ditentukan.
6. Hitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk.
7. Gunakan prosedur *trial and error* untuk mencari pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata lebih besar dari efisiensi rata-rata pada poin 6 diatas.
8. Ulangi langkah 6 dan 7 sampai tidak ditemukan lagi stasiun kerja yang memiliki efisiensi rata-rata yang lebih tinggi.

#### 2.4.2. Metode *region approach* (RA)

Metode *region approach* dikembangkan oleh Bedworth dengan tujuan melengkapi kekurangan yang terdapat pada metode bobot posisi dan menjadi pembanding dari metode bobot posisi. Pada prinsipnya metode ini berusaha membebaskan terlebih dahulu operasi yang memiliki tanggung jawab keterdahuluhan

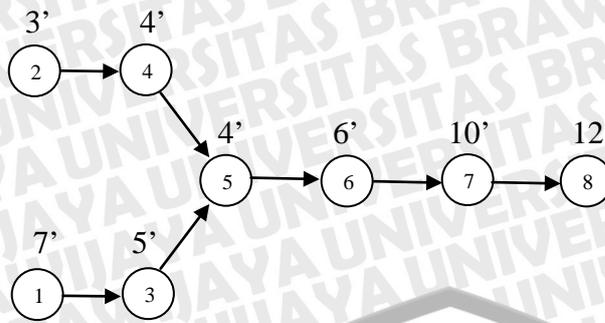
yang besar. Langkah dasar metode pendekatan wilayah (*Region Approach*) adalah sebagai berikut (Kusuma, 2002:106):

1. 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.
2. Bagi jaringan kerja ke dalam wilayah-wilayah dari kiri ke kanan. Gambar ulang jaringan kerja, sedapat mungkin tempatkan seluruh pekerjaan di daerah yang paling ujung kanan.
3. Dalam tiap wilayah, urutkan pekerjaan mulai dari waktu operasi terbesar sampai dengan waktu operasi terkecil.
4. Bebankan pekerjaan dengan urutan sebagai berikut (perhatikan pula untuk menyesuaikan diri terhadap batas wilayah).
5. Daerah paling kiri terlebih dahulu.
6. Antar wilayah, bebankan pekerjaan dengan waktu operasi terbesar pertama kali.
7. 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 efisiensi stasiun kerja. Jika ya, lakukan perubahan tersebut. Penugasan pekerjaan selanjutnya menjadi tetap.

### 2.5. *Precedence diagram*

*Precedence Diagram* merupakan gambaran secara grafis dari suatu hubungan kerja serta ketergantungannya kepada operasi kerja lainnya. Adapun tanda-tanda yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. Simbol lingkaran dengan huruf atau nomor di dalam untuk mempermudah identifikasi dari proses operasi.
2. Simbol panah menunjukkan urutan ketergantungan dari proses operasi.
3. Angka di atas simbol menunjukkan waktu standart yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi.



Gambar 2.2. Contoh *Precedence diagram*

**2.6. Precedence matrix**

*Precedence matrix* berisi informasi yang sama dengan *precedence diagram*, akan tetapi dalam *precedence matrix* hubungan antara elemen-elemen atau operasi-operasi dinyatakan dengan angka 0 dan 1.

Keterangan :

- a. 1 jika ada keterkaitan antara operasi tersebut dengan operasi sebelumnya.
- b. 0 jika tidak ada keterkaitan antara operasi tersebut dengan operasi sebelumnya.

Tabel 2.1. *Precedence matrix*

Operasi yang mengawali	Operasi yang mengikuti							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	1	0	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	1	1	1
5	0	0	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0

**2.7. Bobot posisi**

Bobot posisi dinyatakan sebagai jumlah waktu untuk semua operasi yang mengikuti suatu operasi ditambah dengan waktu yang dimaksud (sesuai dengan *precedence diagram*).

Berdasarkan *precedence matrix* diatas, maka bobot posisi masing-masing elemen adalah sebagai berikut :

- a. Operasi 1 = 3 + 4 + 4 + 6 + 10 + 12 = 39
- b. Operasi 2 = 7 + 5 + 4 + 6 + 10 + 12 = 44
- c. Operasi 3 = 4 + 4 + 6 + 10 + 12 = 36



- d. Operasi 4 = 5 + 4 + 6 + 10 + 12 = 37
- e. Operasi 5 = 4 + 6 + 10 + 12 = 32
- f. Operasi 6 = 6 + 10 + 12 = 28
- g. Operasi 7 = 10 + 12 = 22
- h. Operasi 8 = 12 = 12

Tabel 2.2. Bobot posisi operasi

Operasi	Waktu operasi	Bobot posisi	Rangking
1	3	39	2
2	7	44	1
3	4	36	4
4	5	37	3
5	4	32	5
6	6	28	6
7	10	22	7
8	12	12	8

### 2.8. Menentukan waktu siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan oleh lintasan produksi untuk menghasilkan satu unit produk. Ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya *bottle neck* (kemacetan) yang disebabkan oleh operasi dengan waktu terbesar. Rumus yang digunakan (Elsayed, 1994:346) adalah sebagai berikut :

$$t_{i \max} < C_{optimal} < \frac{P}{Q} \tag{2-1}$$

Keterangan :

- $t_{i \max}$  = Waktu operasi terbesar (detik).
- $C_{optimal}$  = Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin (detik).
- P = Periode waktu (jam kerja efektif)
- Q = Jumlah produksi pertahun (*case*)

### 2.9. Menentukan jumlah stasiun kerja

Jumlah stasiun kerja ( K ) harus bilangan bulat dan tergantung pada waktu siklus stasiun kerja ( C ), sehingga rumusnya (Elsayed, 1994:353) adalah sebagai berikut:



$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{i_{\max}}} \quad (2-2)$$

Keterangan :

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

$n$  = Jumlah operasi

$K_{\min}$  = Jumlah stasiun kerja minimum

$t_{i_{\max}}$  = Waktu operasi stasiun kerja terlama (detik)

### 2.10. Menghitung *balance delay*

*Balance Delay* merupakan ukuran ketidakseimbangan dalam suatu lintasan produksi yang merupakan jumlah waktu menganggur pada lintasan yang dinyatakan sebagai presentase pemakaian waktu pada lintasan. Rumus yang digunakan (Wignjosoebroto, 1992:182) adalah sebagai berikut :

$$D = \left[ \frac{n \cdot t_{i_{\max}} - \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_{i_{\max}}} \right] \times 100\% \quad (2-3)$$

Keterangan :

$n$  = Jumlah stasiun kerja

$t_{i_{\max}}$  = Waktu siklus yang besarnya didasarkan pada stasiun kerja yang mempunyai waktu baku terbesar.

$t_i$  = Waktu baku setiap elemen kerja ke- $i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ )

$D$  = *Balance delay* (%)

### 2.11. Menghitung efisiensi

Besarnya efisiensi dari setiap alokasi waktu stasiun kerja dinyatakan dalam bentuk presentase. Rumus efisiensi yang digunakan (Elsayed, 1994:345) adalah sebagai berikut :

$$\eta = 100\% - D \quad (2-4)$$

Keterangan :

$\eta$  = Efisiensi produksi (%)

$D$  = *Balance delay* (%)

### 2.12. Menghitung *output* produksi

*Output* produksi dipengaruhi waktu siklus yang dikehendaki selama periode waktu produksi. Rumus yang digunakan (Wignjosoebroto, 1992:182) adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{P}{C} \quad (2-5)$$

Keterangan :

Q = *Output* produksi

P = Periode waktu

C = Waktu siklus terbesar (detik)

### 2.13. Pengukuran waktu kerja dengan jam henti

Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu yang dihasilkan dalam melaksanakan pekerjaan yang dilakukan oleh operator. Pengukuran waktu kerja ini harus dilaksanakan sebelum melakukan pemecahan masalah dengan metode keseimbangan lintasan.

Penulis melakukan pengukuran kerja dengan menggunakan metode jam henti (*stop watch time study*). Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini terutama diaplikasikan untuk 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 standart penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti merupakan pengukuran obyektif, karena waktu standar ditetapkan berdasarkan suatu fakta obyektif. Secara garis besar langkah-langkah sistematik untuk melaksanakan pengukuran waktu kerja dengan jam henti dapat diuraikan pada gambar 2.2 (Wignjosoebroto, 1992:92).

**LANGKAH PERSIAPAN**

1. Pilih dan definisikan pekerjaan yang akan diukur dan waktu standarnya.
2. Informasikan maksud dan tujuan pengukuran kerja kepada supervisor/pekerja.
3. Pilih operator dan catat semua data yang berkaitan dengan sistem operasi kerja yang akan diukur

**ELEMENTAL BREAKDOWN**

Bagi siklus kegiatan yang berlangsung ke dalam elemen – elemen kegiatan sesuai aturan yang ada.

**PENGAMATAN DAN PENGUKURAN**

1. Laksanakan pengamatan dan pengukuran waktu sejumlah  $N$  pengamatan untuk setiap siklus/eleman kegiatan ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ).
2. Tetapkan performance rating dari kegiatan yang ditunjukkan operator.

**CEK KECUKUPAN DAN KESERAGAMAN DATA**

1. Kecukupan data

$$n = \left\{ \frac{Z_c^2 \cdot SD^2}{(SE)^2 + \left( Z_c^2 \cdot \frac{SD^2}{N} \right)} \right\}$$

2. Keseragaman data

Batas-batas kontrol  $\pm k \cdot SD$

$$n \leq N$$

Ya

Waktu normal = waktu observasi rata-rata  $\times$  performance rating

$$\text{Waktu baku} = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{allowance}}$$

$$n = N + n'$$

Tidak

Gambar 2.4. Langkah-Langkah Sistematis Dalam Pengukuran Kerja.

### 2.14. Pengamatan pendahuluan

Langkah ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil yang baik, yaitu data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Posisi yang tepat dan nyaman untuk mengamati serta mencatat hasil pengamatan mutlak diperlukan. Posisi yang kurang tepat dapat mengganggu aktivitas operator dalam menjalankan pekerjaannya ataupun menyebabkan operator merasa diamati.

### 2.15. Tes keseragaman dan kecukupan data

Untuk menetapkan berapa besarnya sampel agar sampel dapat mewakili populasi, maka harus diputuskan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*Confident Level*) dan tingkat ketelitian (*Accuracy Level*) untuk menganalisa data.

Tabel 2.3. Nilai kepercayaan atau nilai kritis ( $Z_c$ ).

Tingkat kepercayaan (%)	99.73	99	98	96	95.45	95	90	80	68.27	50
$Z_c$	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.645	1.28	1.00	0.6745

Sumber : Supranto, 1992.

Tes kecukupan data untuk data variabel adalah sebagai berikut (Johannes Supranto, 1992:125):

$$n = \left\{ \frac{Z_c^2 \cdot SD^2}{(SE)^2 + \left( Z_c^2 \cdot \frac{SD^2}{N} \right)} \right\} \quad (2-6)$$

$$SD = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_{n1} - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2-7)$$

$$SE = \frac{SD_x}{\bar{X}} \times 100\% \quad (2-8)$$

$$SD_x = \frac{SD}{\sqrt{N}} \quad (2-9)$$

Tingkat kepercayaan (K) = 100 % - SE

Keterangan :

$n$  = Jumlah sampel pengamatan teoritis.

$N$  = Jumlah unit yang diamati.

$SD$  = Standar deviasi.

$SE$  = Derajat ketelitian sampel pengamatan.

$SD_x$  = Standar deviasi rata-rata.

$K$  = Tingkat kepercayaan.

$Z_c$  = Nilai kepercayaan atau nilai kritis.

Apabila nilai jumlah pengamatan teoritis ( $n$ ) lebih kecil dari jumlah unit yang diamati ( $n$ ) maka data yang diperoleh telah mencukupi untuk dilakukan analisa. Jika nilai jumlah pengamatan teoritis ( $n$ ) lebih besar dari jumlah unit yang diamati ( $n$ ) maka data tidak mencukupi dan perlu dilakukan penambahan data.

Jika:  $n \leq N$  = data cukup

$n \geq N$  = data kurang

Disamping tes kecukupan data dipenuhi, data yang diperoleh haruslah juga seragam, yaitu dengan melakukan tes keseragaman data. Uji keseragaman data perlu kita lakukan terlebih dahulu sebelum kita menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu baku. Uji keseragaman data ini dilakukan secara sederhana, yaitu dengan melihat apakah data yang ada masih berada pada daerah batas kontrol atau tidak. Kita perlu mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim.

Rumus yang digunakan dalam uji keseragaman data, untuk mengidentifikasi data adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 1979:133):

$$BKA = \bar{X} + k \cdot SD \quad (2-10)$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot SD \quad (2-11)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2-12)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2-13)$$

Keterangan:

$BKA$  = Batas Kontrol Atas

$BKB$  = Batas Kontrol Bawah

$\bar{X}$  = Waktu pengamatan rata-rata masing-masing operasi kerja.

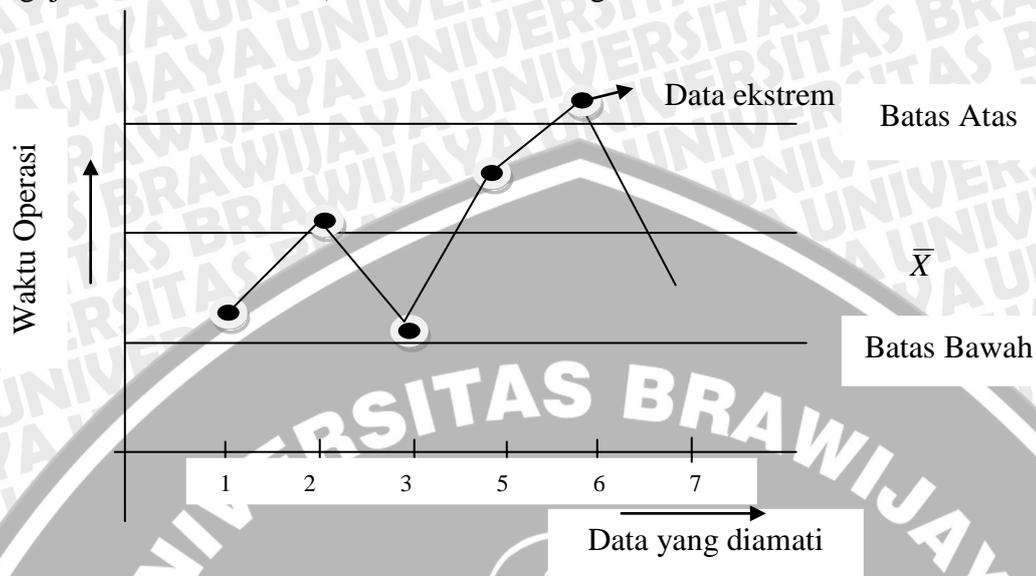
$X_i$  = Waktu pengamatan ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$SD$  = Standart Deviasi

$k$  = Konstanta dari tingkat kepercayaan.

Apabila semua data hasil pengamatan berada di dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB), maka data tersebut dapat dikatakan seragam. Hal ini

dapat dilihat dari peta kontrol. Peta kontrol (*control chart*) adalah salah satu alat yang tepat dalam mengetes keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan (Wignjosoebroto, 1992:194). Berikut ini adalah gambar dari *control chart*.



Gambar 2.5 *Control chart*

Sumber: Wignjosoebroto; 1995: 194

### 2.16. Menentukan *performance rating* (P)

Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja dari operator disebut sebagai *Performance Rating*. Dengan melakukan pengevaluasian ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa “dinormalkan kembali”. Ketidaknormalan dari waktu kerja diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam kecepatan yang tidak sebagaimana semestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan disaat lain dirasa terlalu lambat, sehingga ketidaknormalan kerja terjadi.

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, perlu dilakukan penyesuaian. Penyesuaian dilakukan dengan mengendalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata, yaitu mengalikan waktu siklus rata-rata dengan suatu harga P. Besarnya harga P ditentukan sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau waktu yang normal.

- Apabila operator bekerja terlalu cepat yaitu bekerja diatas kewajaran (normal), maka *rating factor* akan lebih besar daripada satu ( $P > 1$  atau  $P > 100\%$ ).
- Apabila operator bekerja lambat yaitu bekerja dibawah kewajaran (normal), maka *rating factor* akan lebih kecil daripada satu ( $P < 1$  atau  $P < 100\%$ ).
- Apabila operator bekerja secara normal atau wajar, maka *rating factor* akan sama dengan satu ( $P = 1$  atau  $P = 100\%$ ). Kondisi ini biasanya terjadi pada sistem yang *full otomatic*.

Dasar yang dipakai untuk menentukan besarnya *rating factor* adalah tabel *Westinghouse System Rating*. Menurut *Westinghouse* ada 4 faktor yang menentukan kewajaran dalam bekerja, yaitu (Sutalaksana, 1979:141):

1. Ketrampilan (*skill*), adalah kemampuan operator mengikuti cara kerja yang ditetapkan.
2. Usaha (*effort*), adalah kesanggupan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya.
3. Kondisi kerja (*condition*), adalah kondisi fisik lingkungan kerja, seperti keadaan pencahayaan, temperatur, dan tingkat kebisingan.
4. Konsistensi (*consistency*), yaitu kemampuan bekerja dalam waktu relatif tetap.

Faktor ini perlu mendapat perhatian lebih, karena pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah sama.

Tabel 2.4. *Westinghouse performance rating*

<i>Skill</i>	<i>Effort</i>
+ 0.15 A1 <i>Superskill</i>	+ 0.13 A1 <i>Excessive</i>
+ 0.13 A2	+ 0.12 A2
+ 0.11 B1 <i>Excellent</i>	+ 0.10 B1 <i>Excellent</i>
+ 0.08 B2	+ 0.08 B2
+ 0.06 C1 <i>Good</i>	+ 0.05 C1 <i>Good</i>
+ 0.03 C2	+ 0.02 C2
0.00 D <i>Average</i>	0.00 D <i>Average</i>
- 0.05 E1 <i>Fair</i>	- 0.04 E1 <i>Fair</i>
- 0.10 E2	- 0.08 E2
- 0.16 F1 <i>Poor</i>	- 0.12 F1 <i>Poor</i>
- 0.22 F2	- 0.17 F2
<i>Condition</i>	<i>Consistency</i>
+ 0.06 A <i>Ideal</i>	+ 0.04 A <i>Perfect</i>
+ 0.04 B <i>Excellent</i>	+ 0.03 B <i>Excellent</i>
+ 0.02 C <i>Good</i>	+ 0.01 C <i>Good</i>
0.0 D <i>Average</i>	0.0 D <i>Average</i>
- 0.03 E <i>Fair</i>	- 0.02 E <i>Fair</i>
- 0.07 F <i>Poor</i>	- 0.04 F <i>Poor</i>

Sumber: Wignjosoebroto; 1995:205

### 2.17. Menentukan waktu kelonggaran (*Allowance time*)

*Allowance time* adalah sejumlah waktu yang ditambahkan pada waktu normal untuk tujuan *personal allowance*, *fatigue allowance*, maupun *delay allowance* bagi operator. Hal ini perlu diadakan, karena tidak mungkin mengharapkan pekerja untuk bekerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa interupsi sama sekali (Sutalaksana, 1979:149).

Faktor kelonggaran sendiri terbagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Kelonggaran waktu untuk keperluan yang bersifat kebutuhan pribadi (*personal allowance*), dimana besarnya kelonggaran yang diberikan itu bervariasi, tergantung pada individu pekerjanya, jenis pekerjaan yang dilaksanakan, dan sebagainya.
2. Kelonggaran waktu untuk melepaskan rasa lelah (*fatigue allowance*). Hal ini perlu diperhatikan, karena kondisi yang lelah dari pekerja akan berpengaruh pada tingkat produktivitas kerja dari para pekerja. Produktivitas pekerja akan cenderung menurun.
3. Kelonggaran waktu karena keterlambatan (*delay allowance*). Hal ini perlu kita tambahkan dalam penentuan *allowance time*, karena ada beberapa faktor yang umumnya sulit untuk dihindarkan, sehingga keterlambatan pasti terjadi.

Misalnya:

- Menerima atau meminta petunjuk dari pengawas.
- Melakukan penyesuaian-penyesuaian pada operasi mesin.
- Mesin berhenti karena listrik mati.

### 2.18. Penentuan waktu normal

*Rating factor* pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang berubah-ubah, akibat kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk itu digunakan rumus sebagai berikut (Sutalaksana, 1979:137):

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2-14)$$

$$W_n = W_s \times P \quad (2-15)$$

Keterangan:

$\sum X_i$  = Total waktu pengamatan masing-masing operasi kerja (detik)

$W_s$  = Waktu pengamatan rata-rata masing-masing operasi kerja (detik)

$W_n$  = Waktu normal (detik)

$N$  = Jumlah Pengamatan

$P$  = *Performance Rating*

### 2.19. Menghitung waktu pengerjaan standar (Waktu baku)

Waktu baku adalah waktu siklus dari suatu operasi dengan metode yang telah dianjurkan, setelah ditambah *rating* dan waktu longgar yang sesuai dengan keadaan yang ada. Waktu baku diperoleh dengan cara mengalikan waktu normal dengan perbandingan prosentase *allowance*, sehingga diperoleh rumus (Wignjosoebroto, 1992:123):

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \cdot allowance} \text{ (detik)} \quad (2-16)$$

### 2.20. Hipotesis

Proses produksi pada PT.Coca-Cola Bottling Indonesia sering timbul masalah kemacetan pada lintasan produksinya. Hal ini di karenakan ketidakseimbangan lintasan dan diduga metode *Line Balancing* bisa menjadi solusi yang tepat dalam menyelesaikan masalah tersebut.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk melakukan kegiatan penelitian secara hati-hati, kritis terencana, sistematis terarah, disertai pengumpulan data yang relevan guna memecahkan suatu permasalahan.

Pada penelitian ini metode yang dipergunakan oleh penulis untuk menyelesaikan masalah adalah metode deskriptif, yaitu menggambarkan sesuatu yang telah berlangsung pada saat penelitian sedang dilakukan dan untuk menguraikan sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan.

#### 3.1. Obyek penelitian

Obyek yang diteliti adalah proses produksi pada minuman berkarbonasi dengan merk *Coca-Cola*.

#### 3.2. Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA, Gempol, Pasuruan, yang dilakukan mulai bulan April 2008 sampai data yang diperlukan tercukupi.

#### 3.3. Prosedur penelitian

##### 3.3.1. Tahapan survey awal

Pada tahapan ini dilakukan pengamatan awal di PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA, Gempol, Pasuruan, untuk mengetahui permasalahan-permasalahan apa yang terjadi di perusahaan, sehingga mempunyai suatu gambaran dalam penelitian yang akan dilakukan.

##### 3.3.2. Tahapan identifikasi masalah

Dari hasil pengamatan awal, penulis berusaha mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang terjadi pada perusahaan.

##### 3.3.3. Tahapan studi literatur

Setelah semua permasalahan telah dapat diidentifikasi, maka tahap selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu studi kepustakaan yang bertujuan untuk mendapatkan

konsep-konsep dan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang ada. Selain itu juga untuk mendapatkan model-model analisa untuk pemecahan masalah tersebut.

### 3.3.4. Tahapan perumusan masalah

Tahapan ini merumuskan permasalahan yang ada dengan menggunakan suatu metode untuk menyelesaikannya.

### 3.3.5 Tahapan pengumpulan data

#### 3.3.5.1. Sumber data

Untuk penelitian ini, data yang diambil harus sesuai dengan rumusan masalah yang disusun, adapun jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data primer

Data primer adalah data informasi atau data yang diambil langsung dari lokasi penelitian dan berhubungan dengan obyek yang diteliti.

2. Data sekunder

Adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Biasanya sudah dalam bentuk dokumen.

#### 3.3.5.2. Metode pengumpulan data

Dalam mengumpulkan data yang diperlukan, peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. *Library research*

Adalah suatu metode yang digunakan untuk memperoleh data mengenai teori dan hal-hal yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, sebagai dasar untuk penerapan metode keseimbangan lintasan produksi.

2. *Field research*

Adalah metode yang digunakan untuk memperoleh data, dengan cara pengamatan lapangan di PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA, Gempol, Pasuruan.

Dalam pengamatannya di lapangan, peneliti melakukan:

- a. Wawancara
- b. Observasi

Dalam proses pengumpulan data, peneliti melakukan pengumpulan data yang terdiri atas:

- Data aktifitas kerja.
- Pengukuran waktu kerja.
- Penelitian awal stasiun kerja.

### 3.3.6. Tahapan tes keseragaman data

Tes keseragaman data ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah data yang didapat sudah seragam. Jika data berada dalam batas kontrol maka sudah seragam, dan jika ada data berada diluar batas kontrol maka data tersebut menyimpang dan harus dibuang.

### 3.3.7. Tahapan tes kecukupan data

Uji kecukupan data ini dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya data minimal yang harus dikumpulkan agar data tersebut benar-benar *valid*.

### 3.3.8. Tahapan perhitungan waktu pengamatan rata-rata

Adalah jumlah waktu pengamatan dibagi banyaknya jumlah pengamatan yang dilakukan.

### 3.3.9. Tahapan perhitungan waktu normal

Adalah waktu pengamatan rata-rata dikali *rating performance* kerja, sehingga didapatkan kualifikasi kerja dalam tempo yang normal.

### 3.3.10. Tahapan perhitungan waktu baku

Adalah waktu normal ditambah dengan waktu longgar, sebagai toleransi untuk keperluan yang khusus (misal: *personal needs*).

### 3.3.11. Tahapan analisis keseimbangan lintasan

Metode yang dipergunakan untuk menganalisa keseimbangan lintasan produksi dalam penelitian ini adalah Metode *Heuristic* yang meliputi metode Bobot Posisi dan Pendekatan Wilayah.

### 3.3.12. Tahapan pembahasan

Tahapan ini merupakan tahap pembahasan dari data-data yang telah diolah, termasuk di dalamnya adalah menghitung efisiensi lintasan produksinya. Hal ini dapat ditinjau dari perbandingan kondisi awal dan hasil perencanaan berdasarkan: *balance delay*, *idle time*, *output* produksi dan jumlah stasiun kerja.

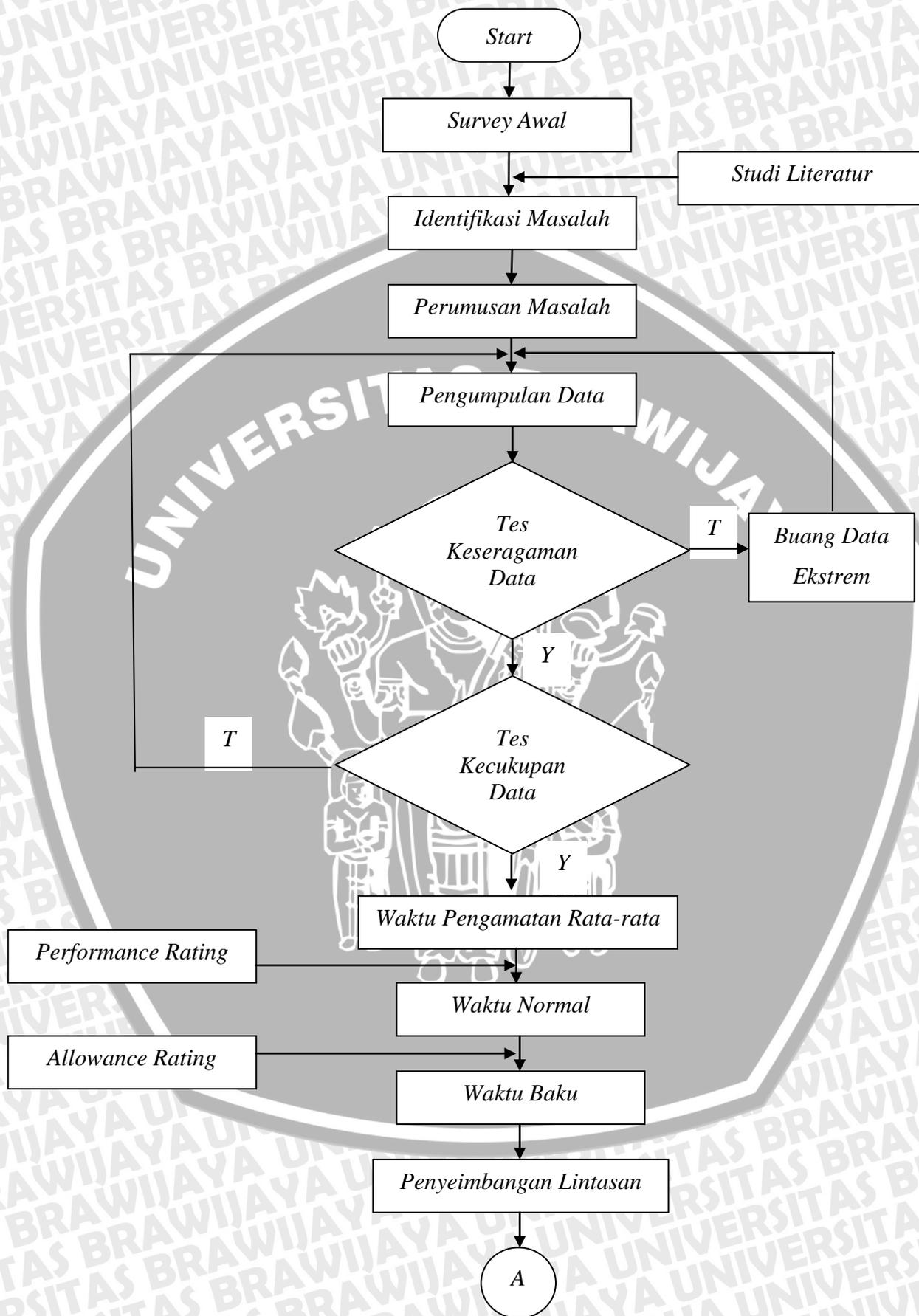
### 3.3.13. Tahapan kesimpulan

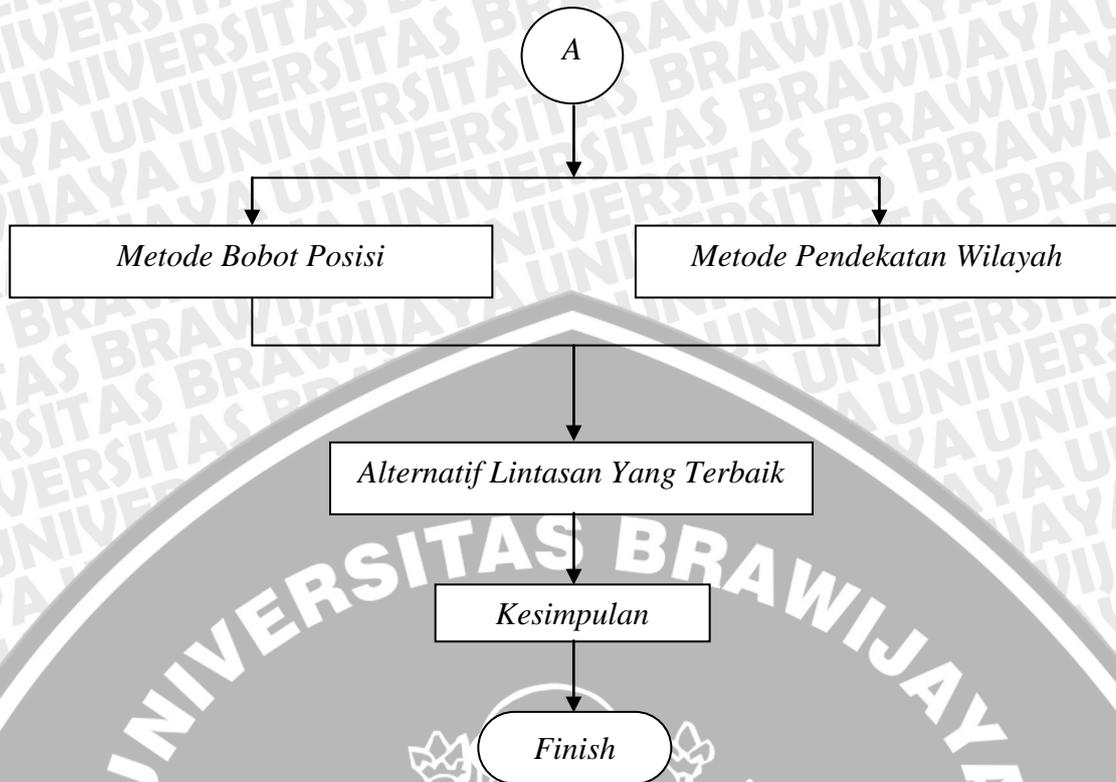
Merupakan tahapan terakhir dalam penulisan skripsi ini berupa penarikan kesimpulan dan penelitian yang telah dilakukan.

### 3.4. Diagram alir

Untuk mempermudah dalam melakukan penelitian maka disusun *flowchart* yang menggambarkan langkah-langkah penelitian yang dilakukan mulai awal sampai akhir. Adapun diagram alir penelitian adalah sebagai berikut:







Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

### 3.5. Alat bantu penelitian

1. Stopwatch digunakan sebagai alat untuk menentukan waktu proses produksi.
2. Alat tulis digunakan sebagai alat untuk menulis atau mencatat waktu proses produksi.
3. Lembar Pengamatan digunakan sebagai media untuk mencatat data hasil penelitian. Lembar pengamatan yang dipergunakan berbentuk tabel.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data perusahaan

Pada tanggal 27 Juni 1976 pabrik pembotolan Coca-Cola di Surabaya didirikan dihadapan notaris Probo Poerwantoro dengan nama PT. Coca-Cola Tirtalina Bottling Co. Tiga bulan kemudian tepatnya tanggal 3 September 1976, pabrik ini mendapat kepercayaan dari Coca-Cola Indonsia untuk memproduksi dan memasarkan produk Coca-Cola untuk wilayah Jawa Timur yang semula masih disuplai oleh PT. Djaya Beverage (Jakarta).

Pabrik pertama PT. Coca-Cola Tirtalina Bottling Co. didirikan pada bulan Agustus 1976 di daerah Pasuruan dengan izin Menteri Perindustrian No. 600/DJAI/IUT-1/PMDN/V182 serta izin HO Pemerintah Daerah Tingkat II Kab. Pasuruan No. 530.08/146HO/454.14/1987. Pabrik ini beroperasi pada mulai tanggal 1 Januari 1977. Pabrik kedua dibangun di kawasan Rungkut Industri berdiri awal Juni 1987 dan mulai produksi awal Maret 1988. Karena alasan efisiensi biaya dan tenaga kerja serta faktor kesulitan pengembangan areal pabrik, pabrik Rungkut dialihkan ke pabrik pertama, terjadi pada tahun 1990 hingga sampai tahun 1991.

Adapun misi didirikannya PT. Coca-Cola Bottling Indonesia, antara lain:

- ❖ Kita bertekad untuk maju memberikan nilai terbaik bagi pemegang saham dengan menjadi perusahaan yang tumbuh terdepan dalam pasar minuman.
- ❖ Kita sangat menghargai karyawan. Berbagai merk dari "The Coca-Cola Company" dan karyawan kita yang berdedikasi serta berdisiplin memberikan Coca-Cola Bottling Indonesia suatu keunggulan bersaing yang berkesinambungan.
- ❖ Kita mengembangkan kemitraan sejati dengan para pelanggan untuk memuaskan lebih dari 200 juta konsumen yang dahaga.

Pengumpulan data pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis keseimbangan lintasan produksi dilakukan dengan metode observasi atau mengamati secara langsung proses produksi minuman berkarbonasi jenis coke, serta dilakukan wawancara dengan beberapa karyawan dan staf perusahaan.

#### 4.1.1. Proses produksi

Proses produksi dapat dinyatakan sebagai serangkaian aktivitas yang diperlukan untuk merubah sekumpulan masukan (*input*) menjadi sejumlah keluaran (*output*) yang memiliki nilai tambah. Proses produksi akan dimulai apabila bahan baku serta komponen telah siap di area stasiun kerja. Bahan baku dan komponen yang dipakai diasumsikan telah memenuhi syarat yang ditetapkan oleh perusahaan. Adapun tahapan proses produksi pembuatan minuman karbonasi dengan merk *coca-cola* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Proses produksi minuman berkarbonasi jenis *coke*.

No	Kode	Kegiatan
1	O-01	<i>Unloading</i> Proses pembotolan <i>Carbonated Soft Drink</i> (CSD) diawali dengan penanganan botol kosong yang diambil dari <i>storage</i> dengan menggunakan <i>forklift</i> untuk dipindahkan dari atas <i>pallet</i> ke <i>conveyor</i>
2	O-02	<i>Uncaser</i> Pada tahap ini botol dipisahkan dari <i>case</i> oleh mesin <i>uncaser</i> untuk dicuci dalam <i>washer</i> masing-masing. Botol akan menuju <i>washer</i> , sedangkan <i>cases</i> akan menuju ke <i>case washer</i> .
3	I-01	<i>Pre-Inspection</i> Sebelum botol dicuci dalam mesin <i>washer</i> , botol akan mengalami <i>Pre-Inspection</i> yaitu penyeleksian botol-botol yang tidak layak untuk dicuci dalam <i>washer</i> . Kriteria botol yang digunakan somplak, botol tua. Botol yang labelnya pudar, berkarat dan kotor berat
4	O-03	<i>Washer (Line 2)</i> Botol yang lolos dari <i>Pre-Inspection</i> , kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan <i>washer machine</i> .
5	O-4	<i>Case Washer</i> Proses pencucian <i>case</i> setelah dipisahkan dengan botol.
6	I-02	<i>Empeties Inspection</i> Pada tahapan ini, <i>inspector</i> menyortir botol yang keluar dari <i>washer</i> dengan kriteria botol karat, botol campur ( baik ukuran maupun

		<i>flavour</i> ), botol pecah,cacat, retak, botol tua / <i>scuft</i> , botol dengan sedotan dan <i>crown</i> .
7	I-03	<i>Empeties Bottle Inspection</i> Proses inspeksi yang bertujuan untuk mendeteksi adanya residu pada botol (air, caustic, kotoran / partikel), kondisi bibir botol dan bagian bawah botol. Tahapan ini merupakan pemeriksaan akhir sebelum proses <i>filling</i> . Proses ini bekerja secara otomatis.
8	O-05	<i>Filling</i> <i>Filling</i> merupakan proses pengisian <i>beverage</i> dalam botol
9	O-06	<i>Date coding</i> Proses pemberian <i>date code</i> yang terdiri dari tanggal kadaluarsa ( <i>best before</i> ), line produksi, kode <i>plant</i> . waktu produksi serta <i>shift</i> produksi.
10	I-04	<i>Check Mate</i> Proses pemeriksaan terhadap <i>filling height product</i> dan produk tanpa <i>crown</i> . <i>Check mate</i> menggunakan X-Ray. Produk yang tidak sesuai standart akan ditembak ( <i>reject</i> ) keluar dari jalur.
11	I-05	<i>Full good Inspection</i> Proses pemisahaan ini dilakukan secara manual untuk mengecek produk yang lolos dari <i>check mate</i> .
12	O-07	<i>Casepacker</i> Proses <i>case</i> setelah mengalami pencucian menuju <i>casepacker</i> .
13	O-08	<i>Casepacker Bottle</i> Proses pemasukan botol yang berisi produk ke dalam <i>case</i>
14	O-09	<i>Palletizer</i> Proses penyusunan <i>case</i> ke atas <i>pallet</i> sebelum dibawa ke <i>warehouse</i> .
15	O-10	<i>Warehouse</i> Proses penyimpanan produk dari ruang produksi ke <i>warehouse</i> (gudang) dengan menggunakan <i>forklift</i> .

Sumber : PT. COCA-COLA BOTTLING INDONESIA, Jawa Timur, 2008.

#### 4.1.2. Data waktu tiap proses

Berikut ini adalah data waktu pengamatan dari tiap-tiap operasi produksi yang terdapat pada PT. Coca-Cola Bottling Indonesia. Masing-masing data pengamatan diambil sebanyak 10 pengamatan. Data yang diperoleh berdasarkan pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.2:

Tabel 4.2. Data waktu pengamatan proses pembuatan minuman jenis *coke*.

Kode Operasi	Pengamatan (detik)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O-01	75,54	74,81	58,75	64,78	56,59	67,95	57,96	72,34	56,35	64,19
O-02	250,30	220,97	194,34	200,75	152,74	150,37	144,01	240,95	200,96	164,66
I-01	157,59	142,65	150,56	144,70	138,37	145,90	152,21	136,85	145,72	145,65
O-03	113,67	105,92	109,15	110,18	114,83	107,54	104,1	112,47	104,86	112,71
O-4	61,65	67,91	63,21	73,96	71,72	67,76	69,26	74,02	70,85	72,31
I-02	45,78	42,22	42,88	50,75	44,13	45,35	42,57	42,69	49,22	44,03
I-03	62,65	64,65	96,54	90,14	60,78	95,40	89,21	76,48	84,57	94,25
O-05	18,56	19,06	18,77	19,20	18,47	20,32	18,45	18,70	18,05	18,42
O-06	5,38	5,85	5,77	5,54	5,34	5,62	4,97	4,75	6,00	5,00
I-04	4,33	4,46	3,98	4,21	3,89	3,85	4,54	4,38	3,95	4,49
I-05	4,98	4,25	3,97	4,58	4,52	3,92	4,62	4,22	4,67	3,78
O-07	65,53	60,81	66,47	78,12	73,47	65,71	87,85	76,47	59,31	84,00
O-08	185,79	153,06	148,99	156,86	168,62	158,84	175,85	172,64	158,79	161,45
O-09	83,94	80,95	80,95	89,72	88,00	97,34	80,31	89,99	89,98	88,36
O-10	53,36	49,76	47,72	51,96	49,78	43,57	37,99	42,52	33,46	42,04

#### 4.1.3. Jam kerja efektif

Jam kerja yang berlaku di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia adalah 8 jam dengan waktu istirahat 1 jam. Jadi kerja efektif yang berlaku dalam satu shift kerja per hari adalah 7 jam kerja.

## 4.2 . Pengolahan data

Dalam menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan produksi maka terlebih dahulu harus ditetapkan waktu baku di setiap elemen kerja. Untuk penentuan waktu baku ini diperlukan data-data mengenai waktu pengamatan, faktor penyesuaian dan waktu kelonggaran. Bila data-data sudah terkumpul semua, maka sebelum digunakan terlebih dahulu harus dilakukan uji keseragaman data dan uji kecukupan data hal ini bertujuan agar data yang digunakan benar-benar *valid*. Langkah selanjutnya adalah menetapkan waktu baku dengan langkah-langkah sebagai berikut :

### 4.2.1. Test keseragaman data

Langkah-langkah uji keseragaman data adalah sebagai berikut:

1. Mencatat waktu pengukuran yang diperoleh dari hasil pengamatan (dalam satuan detik). Proses O-01 :

Tabel 4.3. Data waktu pengamatan untuk operasi O-01

Pengamatan Ke-	Waktu (detik)
1	75,540
2	74,810
3	58,750
4	64,780
5	56,590
6	67,950
7	57,960
8	72,340
9	56,350
10	64,190

2. Menghitung harga rata-rata.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

Dimana :  $\bar{X}$  = Rata-rata waktu pengamatan

$X_i$  = Waktu pengamatan ke-i

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

$$\bar{X} = \frac{74,54 + 74,81 + 58,75 + 64,78 + \dots + 56,35 + 64,19}{10} = 64,926 \text{ detik.}$$

## 3. Mencari standar deviasi dari sampel

$$SD = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_{n1} - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(74,54 - 64,926)^2 + (74,81 - 64,926)^2 + \dots + (64,19 - 64,926)^2}{10 - 1}}$$

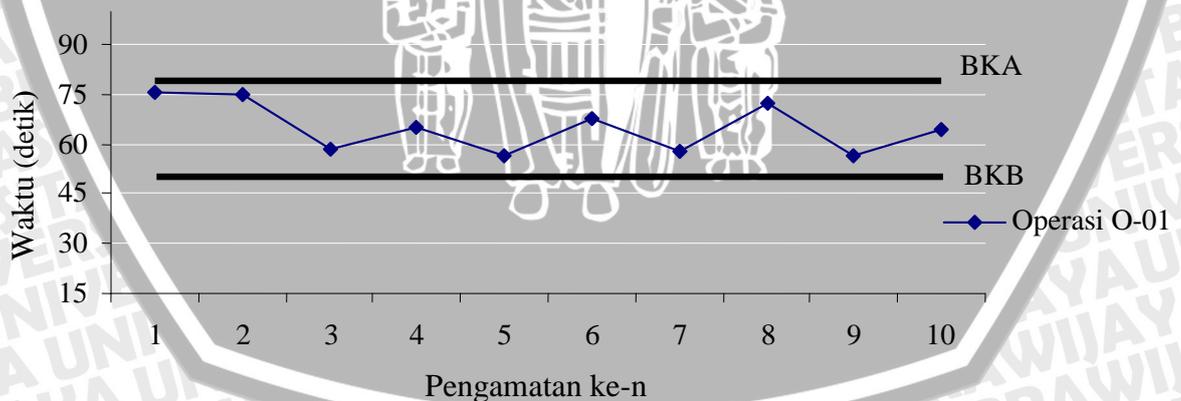
$$SD = 7,488 \text{ detik.}$$

4. Menentukan Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah, karena diasumsikan tingkat kepercayaan sebesar 95% ( $k = 2$ ), maka rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{X} + 2SD \\ &= 64,926 + 2(7,488) \\ &= 77,371 \text{ detik.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{X} - 2SD \\ &= 64,926 - 2(7,488) \\ &= 49,95 \text{ detik.} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui besarnya data proses 0-01 masih berada dalam batas kontrol atau tidak, dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 4.1. Tingkat keseragaman data pada operasi O-01.

Dari grafik diatas dapat dilihat hasil perhitungan uji keseragaman data yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa untuk data pengamatan pada operasi O-01 masih berada didalam batas kontrol, hal menunjukan bahwa data hasil pengamatan yang telah diambil pada operasi O-01 telah seragam.

Hasil perhitungan uji keseragaman data untuk semua proses operasi produksi *coke* dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.4. Uji keseragaman data.

No	Kode operasi (detik)	Tes keseragaman data				Keterangan
		$\bar{X}$	$SD$	$BKA$	$BKB$	
1	O-01	64,926	7,488	77,371	49,95	Seragam
2	O-02	192,005	38,189	260,383	107,627	Seragam
3	I-01	146,02	6,224	158,468	133,572	Seragam
4	O-03	109,543	3,841	117,225	101,861	Seragam
5	O-04	69,265	4,232	77,729	60,801	Seragam
6	O-05	44,962	2,92	50,802	39,122	Seragam
7	I-02	81,467	14,217	109,901	53,033	Seragam
8	I-03	18,8	0,627	20,054	17,546	Seragam
9	O-06	5,422	0,412	6,246	4,59	Seragam
10	O-07	4,208	0,267	4,742	3,674	Seragam
11	I-04	4,351	0,3851	5,121	3,58	Seragam
12	I-05	71,774	9,732	91,238	52,31	Seragam
13	O-08	164,089	11,388	186,865	141,313	Seragam
14	O-09	86,954	5,398	97,75	76,158	Seragam
15	O-10	45,216	6,412	58,04	32,392	Seragam

#### 4.2.2 Uji kecukupan data

Analisa tes kecukupan data digunakan untuk mengetahui jumlah data yang diperoleh selama melakukan observasi telah mencukupi untuk dilakukan pengolahan data. Berikut ini adalah analisa tes kecukupan data untuk data O-01:

$$\text{Standar deviasi, } SD = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(74,54 - 64,926)^2 + (74,81 - 64,926)^2 + \dots + (64,19 - 64,926)^2}{10-1}}$$

$$SD = 7,488 \text{ detik.}$$

$$\text{Standar deviasi mean, } SD_x = \frac{SD}{\sqrt{N}}$$

$$SD_x = \frac{7,488}{\sqrt{10}}$$

$$SD_x = 2,367$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Ketelitian (SE)} &= \frac{SD_x}{\bar{X}} \times 100\% \\ &= \frac{2,367}{64,926} \times 100\% \\ &= 3,647\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat kepercayaan (K)} &= 100\% - SE \\ &= 100\% - 3,647\% \end{aligned}$$

$$\text{Tingkat kepercayaan (K)} = 96,353\%$$

$$\text{Jumlah data teoritis, } n = \left\{ \frac{Z_c^2 \cdot SD^2}{(SE)^2 + \left( Z_c^2 \cdot \frac{SD^2}{N} \right)} \right\}$$

$$n = \left\{ \frac{(2,05)^2 \times (7,488)^2}{(0,03647)^2 + \left( (2,05)^2 \times \frac{(7,488)^2}{10} \right)} \right\}$$

$$n = 9,999 \approx 10 \text{ pengambilan data.}$$

Karena pengamatan yang dilakukan lebih banyak dari yang seharusnya ( $n < N$  yaitu  $10 \leq 10$ ), berarti data yang diperoleh sudah mencukupi untuk dilakukan pengolahan berikutnya.

Untuk hasil uji kecukupan data dari proses-proses operasi berikutnya dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. Uji kecukupan data.

No	Kode operasi	Tes kecukupan data							
		N	$\bar{X}$	SD	SD rata-rata	<i>Sample Error</i>	K	Zc	n
1	O-01	10	64,926	7,488	2,368	0,036	0,964	2,050	9,999
2	O-02	10	192,005	38,189	12,076	0,063	0,937	1,960	10,000
3	I-01	10	146,020	6,224	1,968	0,013	0,987	2,580	10,000
4	O-03	10	109,543	3,841	1,215	0,011	0,989	2,580	10,000
5	O-4	10	69,265	4,232	1,338	0,019	0,981	2,330	10,000
6	I-02	10	44,962	2,920	0,923	0,021	0,979	2,330	9,999
7	I-03	10	81,467	14,217	4,496	0,055	0,945	1,960	10,000
8	O-05	10	18,800	0,627	0,198	0,011	0,989	2,580	9,996
9	O-06	10	5,422	0,412	0,130	0,024	0,976	2,330	9,938
10	I-04	10	4,208	0,267	0,084	0,020	0,980	2,330	9,897
11	I-05	10	4,351	0,385	0,122	0,028	0,972	2,330	9,904
12	O-07	10	71,774	9,732	3,078	0,043	0,957	2,050	10,000
13	O-08	10	164,089	11,388	3,601	0,022	0,978	2,330	10,000
14	O-09	10	86,954	5,398	1,707	0,020	0,980	2,330	10,000
15	O-10	10	45,216	6,412	2,028	0,045	0,955	2,050	9,999

#### 4.2.3. Perhitungan waktu baku

Dalam perhitungan besarnya waktu baku pada tiap-tiap operasi kerja, langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya waktu rata-rata pengamatan/waktu siklus ( $W_s$ )

Rata-rata waktu pengamatan pada operasi O-01 dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} W_s &= \bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \\ &= \frac{649,260}{10} \\ &= 64,926 \text{ detik} \end{aligned}$$

2. Menentukan *Rating Performance* ( $P$ )

Tujuan dari menentukan *rating performance* adalah untuk menormalkan waktu yang telah didapat berdasarkan hasil pengamatan langsung terhadap operator-operator yang sedang bekerja. Besarnya faktor penyesuaian untuk menyelesaikan pekerjaan pada operasi (O-01) adalah sebagai berikut:

Ketrampilan	: <i>Good</i> (C1)	: 0.06
Kondisi	: <i>Good</i> (C)	: 0.02
Usaha	: <i>Good</i> (C2)	: 0.05
Konsistensi	: <i>Good</i> (C)	: 0.01 +
		0.14

Dari perhitungan diatas maka diperoleh besarnya *rating performance* yang diperlukan pada operasi O-01 adalah sebesar  $1 + 0,14$

Jadi *performance rating* untuk operasi O-01 =  $1,14$

Besarnya *rating performance* untuk proses-proses yang lain dapat dilihat pada tabel 4.6:

Tabel 4.6. Data nilai *rating performance*.

No	Kode	<i>Skill</i>	<i>Condition</i>	<i>Effort</i>	<i>Consistency</i>	Total	P
1	O-01	0,06	0,02	0,05	0,01	0,14	1,14
2	O-02	0,11	0,02	0,10	0,03	0,26	1,26
3	I-01	0,05	0,02	0,05	0,01	0,13	1,13
4	O-03	0,06	0,02	0,10	0,01	0,19	1,19
5	O-04	0,04	0,02	0,05	0,01	0,12	1,12
6	I-02	0,06	0,02	0,05	0,01	0,14	1,14
7	I-03	0,09	0,02	0,05	0,01	0,17	1,17
8	O-05	0,10	0,02	0,12	0,03	0,27	1,27
9	O-06	0,11	0,02	0,12	0,03	0,28	1,28
10	I-04	0,06	0,02	0,05	0,01	0,14	1,14
11	I-05	0,06	0,02	0,04	0,01	0,13	1,13
12	O-07	0,11	0,02	0,05	0,01	0,19	1,19
13	O-08	0,06	0,02	0,04	0,01	0,13	1,13
14	O-09	0,05	0,02	0,05	0,01	0,13	1,13
15	O-10	0,04	0,02	0,04	0,01	0,11	1,11

### 3. Menghitung waktu normal ( $W_n$ ).

Waktu normal diperoleh dengan mengalikan nilai waktu siklus dengan *rating performance*.

$$W_n = W_s \times P = 64,926 \times 1,14 = 74,016 \text{ detik}$$

Tabel 4.7. Data nilai waktu normal.

No	Kode Operasi	Rating Performance (P)	Waktu rata-rata (Ws) (detik)	Waktu Normal (Wn) (detik)
1	O-01	1,14	64,926	74,016
2	O-02	1,26	192,005	241,926
3	I-01	1,13	146,02	165,003
4	O-03	1,19	109,543	130,356
5	O-04	1,12	69,265	77,577
6	I-02	1,14	44,962	51,257
7	I-03	1,17	81,467	95,316
8	O-05	1,27	18,8	23,876
9	O-06	1,28	5,422	6,940
10	I-04	1,14	4,208	4,797
11	I-05	1,13	4,351	4,917
12	O-07	1,19	71,774	85,411
13	O-08	1,13	164,089	185,421
14	O-09	1,13	86,954	98,258
15	O-10	1,11	45,216	50,190

#### 4. Menentukan *allowance time*.

Dengan memperhatikan kondisi kerja yang ada, maka diasumsikan kelonggaran waktu yang dibutuhkan operator dalam melakukan pekerjaan (O-01) adalah sebagai berikut:

- Tenaga yang dikeluarkan (A) : dapat diabaikan = 12%
  - Sikap kerja (B) : duduk = 2%
  - Gerakan kerja (C) : agak terbatas = 2%
  - Kelelahan mata (D) : pandangan terputus = 3%
  - Temperatur (E) : normal = 4%
  - Keadaan Atmosfer (F) : cukup = 2%
  - Keadaan Lingkungan (G) : siklus kerja berulang = 3%
  - Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi = 2%
  - Kelonggaran untuk hal-hal yang tak terhindarkan = 1%
- +  
31%

Jadi total *allowance time* pada operasi O-01 adalah:

$$12\% + 2\% + 2\% + 3\% + 4\% + 2\% + 3\% + 2\% + 1\% = 31\%$$

Untuk operasi-operasi yang lain, *allowance time* yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8. Tabel data *allowance time*.

Operasi	Faktor yang berpengaruh (%)									Jumlah (%)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
O-01	12	2	2	3	4	2	3	2	1	31
O-02	3	1	0	3	3	2	1	2	2	17
I-01	4	1	0	7	3	3	2	2,5	1	23,5
O-03	5	1,5	0	5	3	2	3	2	2	23,5
O-04	2	1	0	1	3	3	4	2	1	17
I-02	2	1	0	15	4	4	4	2,5	1	33,5
I-03	2	1	0	6	4	4	5	2,5	1	25,5
O-05	2	1	0	2	4	4	5	2	2	22
O-06	2	1	0	1	4	4	5	2	1	20
I-04	1	1	0	10	4	4	4	2	1	27
I-05	4	1	0	15	4	4	3	2	1	34
O-07	2	1	0	3	3	2	1	2	2	16
O-08	2	1	0	3	3	2	1	2	2	16
O-09	3	1	0	3	3	1	1	2	2	16
O-10	7,5	3	2	5	2	0	0	2,5	1	23

Keterangan:

- A. Tenaga yang dikeluarkan.
- B. Sikap kerja.
- C. Gerakan kerja.
- D. Kelelahan mata.
- E. Temperatur tempat kerja.
- F. Keadaan atmosfer.
- G. Keadaan lingkungan kerja.
- H. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi.
- I. Kelonggaran untuk hal-hal yang tak terhindarkan.

Tabel 4.9. Data rating performance dan allowance time tiap proses.

Kode operasi	Kegiatan operasi	Rating performance (P)	Allowance time (%)
O-01	Unloading	1,14	31
O-02	Uncaser	1,26	17
I-01	Pre-Inspection	1,13	24
O-03	Washer	1,19	24
O-04	Case washer	1,12	17
I-02	Empeties Inspection	1,14	34
I-03	Empeties Bottle Inspection	1,17	26
O-05	Filling	1,27	22
O-06	Date coding	1,28	20
I-04	Checkmate	1,14	27
I-05	Full good inspection	1,13	34
O-07	Casepacker	1,19	16
O-08	Casepacker bottle	1,13	16
O-09	Palletizer	1,13	16
O-10	Warehouse	1,11	23

5. Menentukan waktu baku ( $W_b$ ).

Waktu baku pada operasi O-01 dapat dihitung dengan cara memasukan nilai waktu normal dikalikan dengan nilai allowance time kedalam rumus sebagai berikut :

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance.time}}$$

$$W_b = 74,016 \times \frac{100\%}{100\% - 31\%}$$

$$W_b = 107,269 \text{ detik.}$$

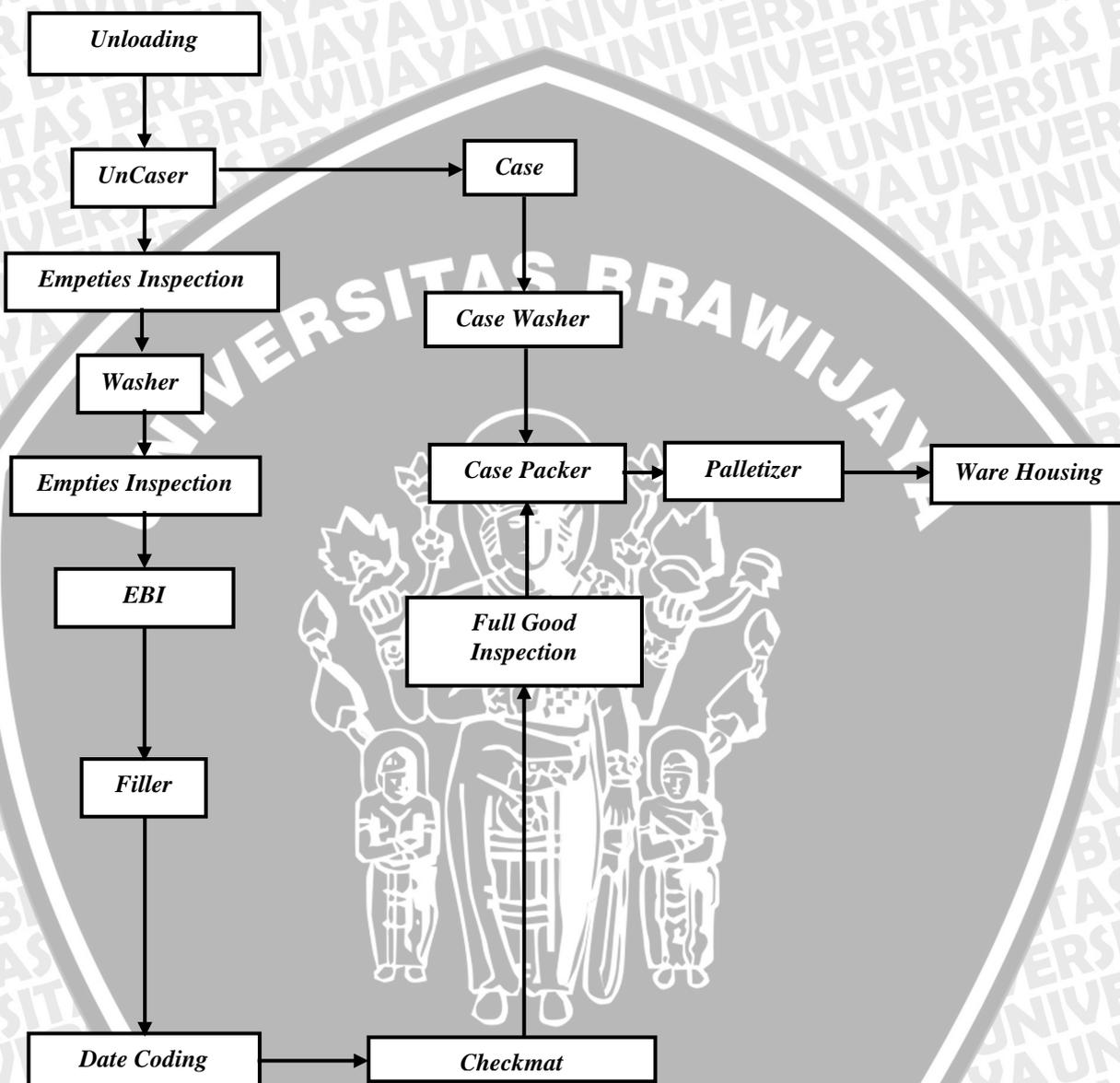
Besarnya nilai waktu baku dari operasi-operasi yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.10. Perhitungan waktu baku tiap operasi.

No	Kode operasi	<i>Rating performance</i> (P)	<i>Allowance time</i> (%)	$W_s$ (detik)	$W_n$ (detik)	$W_b$ (detik)
1	O-01	1,14	31	64,926	74,016	107,269
2	O-02	1,26	17	192,005	241,926	291,477
3	I-01	1,13	24	146,02	165,003	215,690
4	O-03	1,19	24	109,543	130,356	170,400
5	O-04	1,12	17	69,265	77,577	93,466
6	I-02	1,14	34	44,962	51,257	77,078
7	I-03	1,17	26	81,467	95,316	127,941
8	O-05	1,27	22	18,8	23,876	30,610
9	O-06	1,28	20	5,422	6,940	8,675
10	I-04	1,14	27	4,208	4,797	6,571
11	I-05	1,13	34	4,351	4,917	7,449
12	O-07	1,19	16	71,774	85,411	101,680
13	O-08	1,13	16	164,089	185,421	220,739
14	O-09	1,13	16	86,954	98,258	116,974
15	O-10	1,11	23	45,216	50,190	65,182

### PETA PROSES PRODUKSI

NAMA OBYEK : PRODUKSI COKE PADA LINE 2  
 DIPETAKAN OLEH : CHANDRA ARIYONO NUGROHO  
 TGL. DIPETAKAN : APRIL 2008



Keterangan	Jumlah
Operasi	10
Inspeksi	5
Total	15

Gambar 4.2. Peta proses produksi produk coke.

### 4.3. Analisa kondisi awal

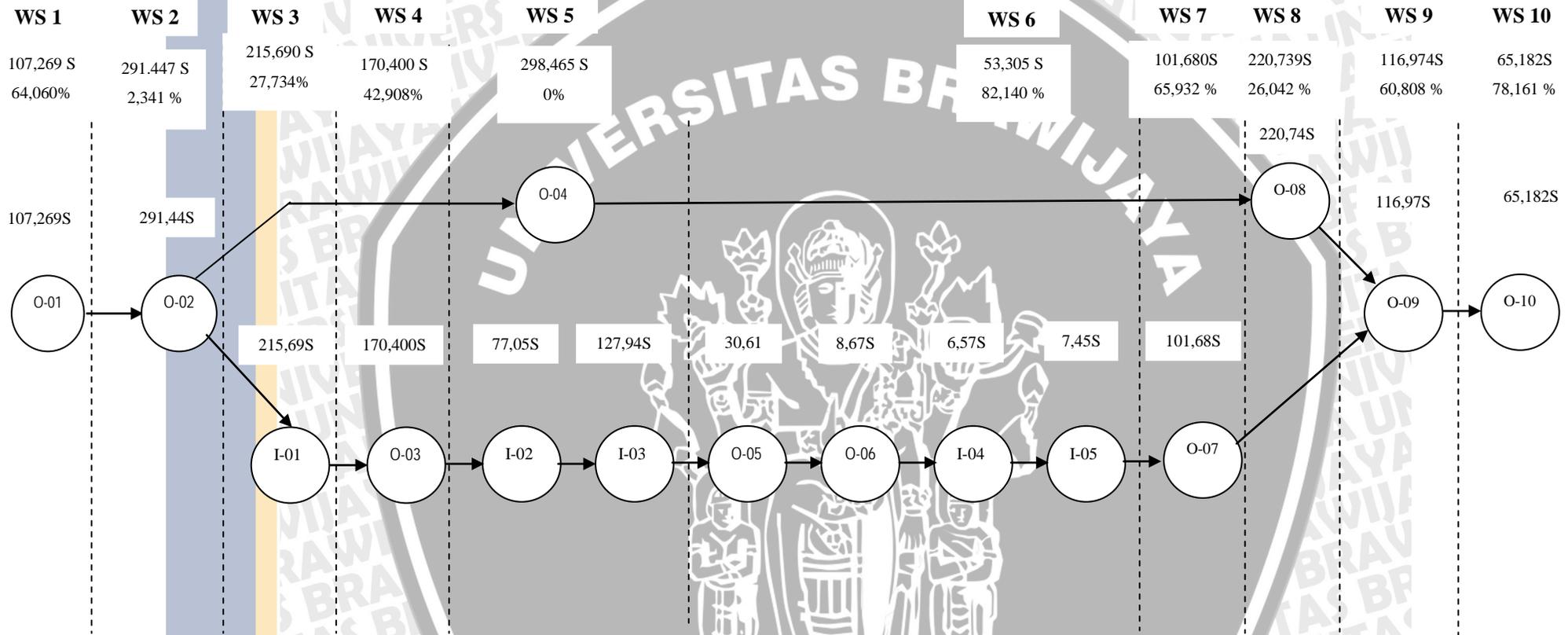
Analisa kondisi awal dapat ditentukan oleh besarnya waktu pengamatan atau waktu siklus yang diperoleh dari pengelompokan operasi-operasi kerja dalam stasiun kerja awal. Dari hasil pengelompokan operasi kerja kedalam stasiun kerja maka diperoleh waktu stasiun kerja terbesar yaitu 298,465 detik yang dianggap sebagai waktu siklus dari stasiun kerja awal.

#### 4.3.1. Pengelompokkan operasi kerja dalam stasiun kerja awal

Hasil pengelompokan elemen-elemen kerja ke dalam stasiun kerja awal dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11. Pengelompokkan operasi kerja dalam stasiun kerja awal.

WS	Kode operasi	Waktu operasi (detik)	Idle time (detik)	Balance delay (%)
1	O-01	107,269	191,196	64,060
	<i>Cycle Time</i>	107,269		
2	O-02	291,477	6,988	2,341
	<i>Cycle Time</i>	291,477		
3	I-01	215,690	82,775	27,734
	<i>Cycle Time</i>	215,690		
4	O-03	170,400	128,065	42,908
	<i>Cycle Time</i>	170,400		
5	O-04	93,466	0,000	0,000
	I-02	77,058		
	I-03	127,941		
	<i>Cycle Time</i>	298,465		
6	O-05	30,610	245,160	82,140
	O-06	8,675		
	I-04	6,571		
	I-05	7,449		
<i>Cycle Time</i>	53,305			
7	O-07	101,680	196,785	65,932
	<i>Cycle Time</i>	101,680		
8	O-08	220,739	77,726	26,042
	<i>Cycle Time</i>	220,739		
9	O-09	116,974	181,491	60,808
	<i>Cycle Time</i>	116,974		
10	O-10	65,182	233,283	78,161
	<i>Cycle Time</i>	65,182		
Total		1641,181	1343,469	



Gambar 4.3. Precedence diagram kondisi awal.

#### 4.3.2. Perhitungan awal *balance delay* dan efisiensi sistem

Dari hasil pengelompokkan stasiun kerja di atas, maka dapat diketahui bahwa siklus terbesar adalah 298,465 detik, sehingga perhitungan awalnya adalah sebagai berikut :

- *Balance delay* awal

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

$$D = \left[ \frac{(10 \times 298,465) - 1641,181}{10 \times 298,465} \right] \times 100\%$$

$$= 45,013 \%$$

- Efisiensi sistem awal.

$$\eta = 100\% - 45,013\% = 54,987\%$$

- *Output* produksi awal:

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

$$= \frac{25.200 \times 2 \times 4}{298,465}$$

$$= 675,456 \approx 675 \text{ case/bulan}$$

Keterangan:

$n$  = Jumlah operasi.

$C$  = Waktu siklus terbesar (detik)

$P$  = Periode waktu (jam kerja efektif = 7 jam per hari = 25.200 detik)

$Q$  = Jumlah produksi per periode (*case*)

Dengan perincian pada waktu siklus sebesar 298,465 detik dapat menghasilkan produk sebanyak :

$$Q_{Tot} = 675 \times 12 = 8.100 \text{ case / tahun}$$

Dari perhitungan *output* total produksi diatas, maka *output* produksi yang dihasilkan dengan waktu siklus produksi 298,465 detik sebanyak 8.100 *case*/tahun.

#### 4.4. Penentuan waktu siklus optimal

Lintasan produksi yang tidak seimbang sering 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* seminimal mungkin. Waktu siklus harus sama dengan atau lebih kecil dari jam kerja produktif ( P ) dibagi dengan jumlah *output* ( Q ) yang ditetapkan sehingga batasan siklus operasi dapat dituliskan:

$$t_{i_{\max}} \leq C_{\text{optimal}} \leq \frac{P}{Q}$$

Keterangan:

$t_{i_{\max}}$  = Waktu operasi terlama (detik)

$C_{\text{optimal}}$  = Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin (detik/case)

P = Periode waktu (jam kerja efektif = 7 jam per hari = 25.200 detik)

Q = Jumlah produksi per periode (case)

Sehingga batasan waktu siklus optimal adalah:

$$291,477 \text{ detik} \leq C_{\text{optimal}} \leq \frac{25.200 \times 2 \times 4}{675}$$

$$291,477 \text{ detik} \leq C_{\text{optimal}} \leq 298,666 \text{ detik}$$

Untuk mendapatkan lintasan yang efisien, maka dilakukan pendekatan *trial and error* dengan besar waktu siklus yang berbeda. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan waktu siklus dengan *balance delay* terkecil. Sehingga waktu siklus tersebut yang dipilih sebagai waktu siklus optimal.

Jumlah stasiun kerja minimum ( $K_{\min}$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{i_{\max}}}$$

Keterangan:

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

n = Jumlah Operasi

$K_{\min}$  = Jumlah stasiun kerja minimum (stasiun)

$t_{i_{\max}}$  = Waktu operasi stasiun kerja terlama (detik)

Sehingga dengan rumus diatas untuk waktu siklus 291,477 detik, maka jumlah stasiun kerja adalah

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{i_{\max}}}$$

$$K_{\min} = \frac{1641,181}{291,477}$$

$$= 5,631 \approx 6 \text{ stasiun kerja}$$

Balance delay :

$$D = \left[ \frac{n \cdot t_{i_{\max}} - \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_{i_{\max}}} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[ \frac{6 \times 291,477 - 1641,181}{6 \times 291,477} \right] \times 100\%$$

$$D = 6,157 \%$$

Tabel 4.12. Penentuan waktu siklus optimal.

No	Waktu siklus (detik)	Jumlah work station	Balance delay (%)
1	291,477	6	6,157
2	292,275	6	6,413
3	293,073	6	6,668
4	293,871	6	6,922
5	294,669	6	7,174
6	295,467	6	7,424
7	296,265	6	7,674
8	297,063	6	7,922
9	297,861	6	8,169
10	298,659	6	8,414



Dari tabel 4.12 dapat dilihat dengan jumlah stasiun kerja yang sama, tetapi dengan menggunakan variasi waktu siklus  $291,477 \text{ detik} \leq C_{optimal} \leq 298,666 \text{ detik}$ , maka didapatkan nilai *balance delay* yang terkecil yaitu pada waktu siklus 291,477 detik sebesar 6,157%. Inilah waktu siklus yang dipilih sebagai waktu siklus optimal.

#### 4.5. Keseimbangan lintasan dengan metode bobot posisi

Metode Bobot Posisi pada suatu operasi dapat dinyatakan dengan jumlah waktu dari suatu operasi, yang kemudian dicari bobot posisinya ditambah dengan semua waktu dari operasi-operasi yang mengikutinya.

Langkah-langkah pemecahan masalah dengan menggunakan metode Bobot Posisi adalah sebagai berikut:

##### 4.5.1. *Precedence matrix*

*Precedence matrix* berisi informasi yang sama dengan *precedence diagram*, akan tetapi dalam *precedence matrix* hubungan antara elemen-elemen atau operasi-operasi dinyatakan dengan angka 0 dan 1.

Keterangan :

- c. 1 jika ada keterkaitan antara operasi tersebut dengan operasi lainnya.
- d. 0 jika tidak ada keterkaitan antara operasi tersebut dengan operasi lainnya.

Hasil *Precedence matrix* dari masing-masing elemen kerja awal dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. *Precedence matrix.*

Operasi pendahulu	Operasi pengikut														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	--	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
4	0	0	0	--	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	0	0	0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	0	0	--	1	1	1	1	1	1	0	1	1
7	0	0	0	0	0	0	--	1	1	1	1	1	0	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	--	1	1	1	1	0	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	--	1	1	1	0	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	1	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	1	0	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--

Tabel 4.14. Tabel bobot posisi untuk tiap operasi

Operasi pendahulu	Operasi pengikut														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	--	291.477	215.690	170.400	93.466	77.078	127.941	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	220.739	116.974	65.182
2	0	--	215.690	170.400	93.466	77.078	127.941	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	220.739	116.974	65.182
3	0	0	--	170.400	0	77.078	127.941	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
4	0	0	0	--	0	77.078	127.941	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
5	0	0	0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	220.739	116.974	65.182
6	0	0	0	0	0	--	127.941	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
7	0	0	0	0	0	0	--	30.610	8.675	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
8	0	0	0	0	0	0	0	--	8.675	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
9	0	0	0	0	0	0	0	0	--	6.571	7.449	101.680	0	116.974	65.182
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	7.449	101.680	0	116.974	65.182
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	101.680	0	116.974	65.182
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	0	116.974	65.182
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	86.954	65.182
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	65.182
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--

#### 4.5.2. Bobot posisi masing-masing operasi

Bobot posisi suatu operasi dihitung dari jumlah waktu operasi itu sendiri dan waktu dari operasi yang mengikutinya. Dari *precedence matrix* dapat dihitung bobot posisi masing-masing operasi kerja.

Tabel 4.15. Penentuan bobot posisi masing-masing operasi

No	Kode operasi	Waktu operasi (detik)	Bobot posisi (detik)
1	O-01	107,269	1641,181
2	O-02	291,477	1533,912
3	I-01	215,690	1242,435
4	O-03	170,400	1026,745
5	O-04	93,466	856,345
6	O-05	77,058	762,879
7	I-02	127,941	685,821
8	I-03	30,610	557,880
9	O-06	8,675	527,270
10	O-07	6,571	518,595
11	I-04	7,449	512,024
12	I-05	101,680	504,575
13	O-08	220,739	402,895
14	O-09	116,974	182,156
15	O-10	65,182	65,182

#### 4.5.3. Penyusunan rangking bobot posisi

Berdasarkan bobot posisi masing-masing operasi tersebut, maka proses operasi kerja dapat disusun berdasarkan rangkingnya. Urutan rangking diurutkan dari operasi yang mempunyai bobot posisi terbesar hingga ke yang terkecil.

Tabel 4.16. Pengurutan Prioritas Operasi Berdasarkan Bobot Posisi

No	Operasi	Waktu Operasi	Bobot Posisi	Rangking
1	O-01	107,269	1641,181	1
2	O-02	291,477	1533,912	2
3	I-01	215,690	1242,435	3
4	O-03	170,400	1026,745	4
5	O-04	93,466	856,345	5
6	O-05	77,058	762,879	6
7	I-02	127,941	685,821	7
8	I-03	30,610	557,880	8
9	O-06	8,675	527,270	9
10	O-07	6,571	518,595	10
11	I-04	7,449	512,024	11
12	I-05	101,680	504,575	12
13	O-08	220,739	402,895	13
14	O-09	116,974	182,156	14
15	O-10	65,182	65,182	15

**4.5.4. Pengelompokan operasi pada stasiun kerja**

Pada tahapan ini dilakukan pembebanan operasi pada masing-masing stasiun kerja, dimulai dari yang memiliki bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.17:

Tabel 4.17. Pengelompokan operasi ke stasiun kerja

WS	Operasi	Waktu operasi	Idle time	Balance delay (%)
1	O-01	107,269	278,821	72,217
	<i>Cycle Time</i>	107,269		
2	O-02	291,477	94,613	24,505
	<i>Cycle Time</i>	291,477		
3	I-01	215,690	0,000	0,000
	O-03	170,400		
	<i>Cycle Time</i>	386,090		
4	O-04	93,466	71,885	18,619
	O-08	220,739		
	<i>Cycle Time</i>	314,205		
5	I-02	77,058	26,106	6,762
	I-03	127,941		
	O-05	30,610		
	O-06	8,675		
	I-04	6,571		
	I-05	7,449		
	O-07	101,680		
<i>Cycle Time</i>	359,984			
6	O-09	116,974	203,934	52,820
	O-10	65,182		
	<i>Cycle Time</i>	182,156		
<b>Total</b>		1641,181	675,359	

Dari tabel 4.17 diperoleh hasil dari pembebanan operasi ke stasiun kerja, selanjutnya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1. *Balance delay* :

$$D = \left[ \frac{n \cdot ti_{\max} - \sum_{i=1}^n ti}{n \cdot ti_{\max}} \right] \times 100\%$$



$$D = \left[ \frac{6 \times 291,477 - 1641,181}{6 \times 291,477} \right] \times 100\%$$

$$D = 6,157\%$$

2. Efisiensi sistem:

$$\eta = 100\% - 6,157\% = 93,843\%$$

3. *Output* produksi:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{P}{C_{optimal}} \\ &= \frac{25.200 \times 2 \times 4}{291,477} \\ &= 691,649 \approx 692 \text{ case/bulan} \end{aligned}$$

Keterangan:

$t_{maz}$  = Waktu operasi terlama (detik)

$C_{optimal}$  = Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin (detik/*case*)

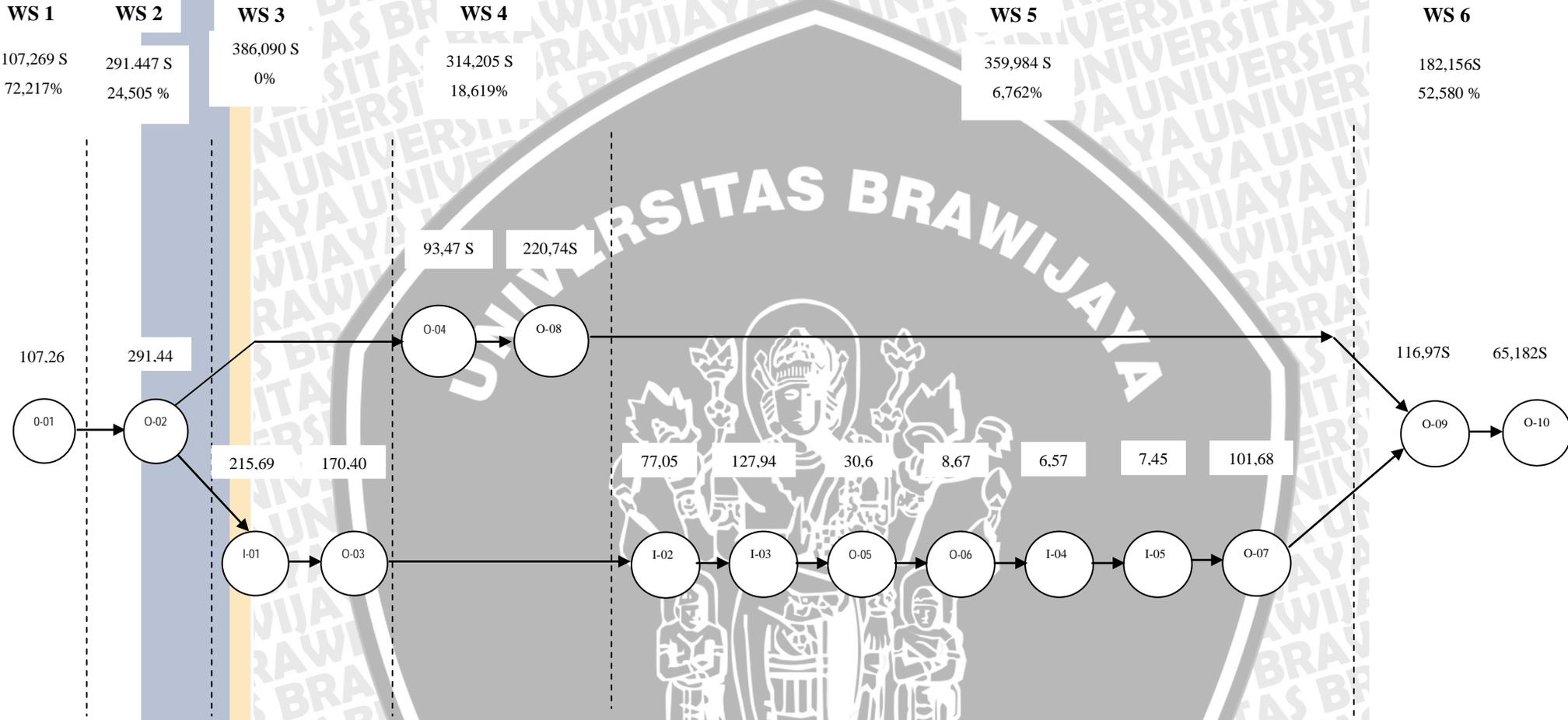
$P$  = Periode waktu (jam kerja efektif = 7 jam per hari = 25.200 detik)

$Q$  = Jumlah produksi per periode (*case*)

Dengan perincian pada waktu siklus sebesar 291,477 detik dapat menghasilkan *output* produksi sebanyak 692 *case*, maka:

$$Q_{Tot} = 692 \times 12 = 8.304 \text{ case / tahun}$$

Dari perhitungan *output* total produksi diatas, maka *output* yang dihasilkan dengan waktu siklus produksi sebesar 291,477 detik sebanyak 8.304 *case*/tahun.



Gambar 4.4. Precedence diagram dengan menggunakan metode bobot posisi.

#### 4.6. Keseimbangan lintasan dengan metode pendekatan wilayah

Metode ini merupakan penyempurnaan kekurangan yang terdapat pada metode bobot posisi sekaligus menjadi pembanding dari metode yang telah dikenalkan oleh Bedworth. Langkah-langkah yang harus dikerjakan dalam metode ini adalah sebagai berikut.

##### 4.6.1. Precedence diagram

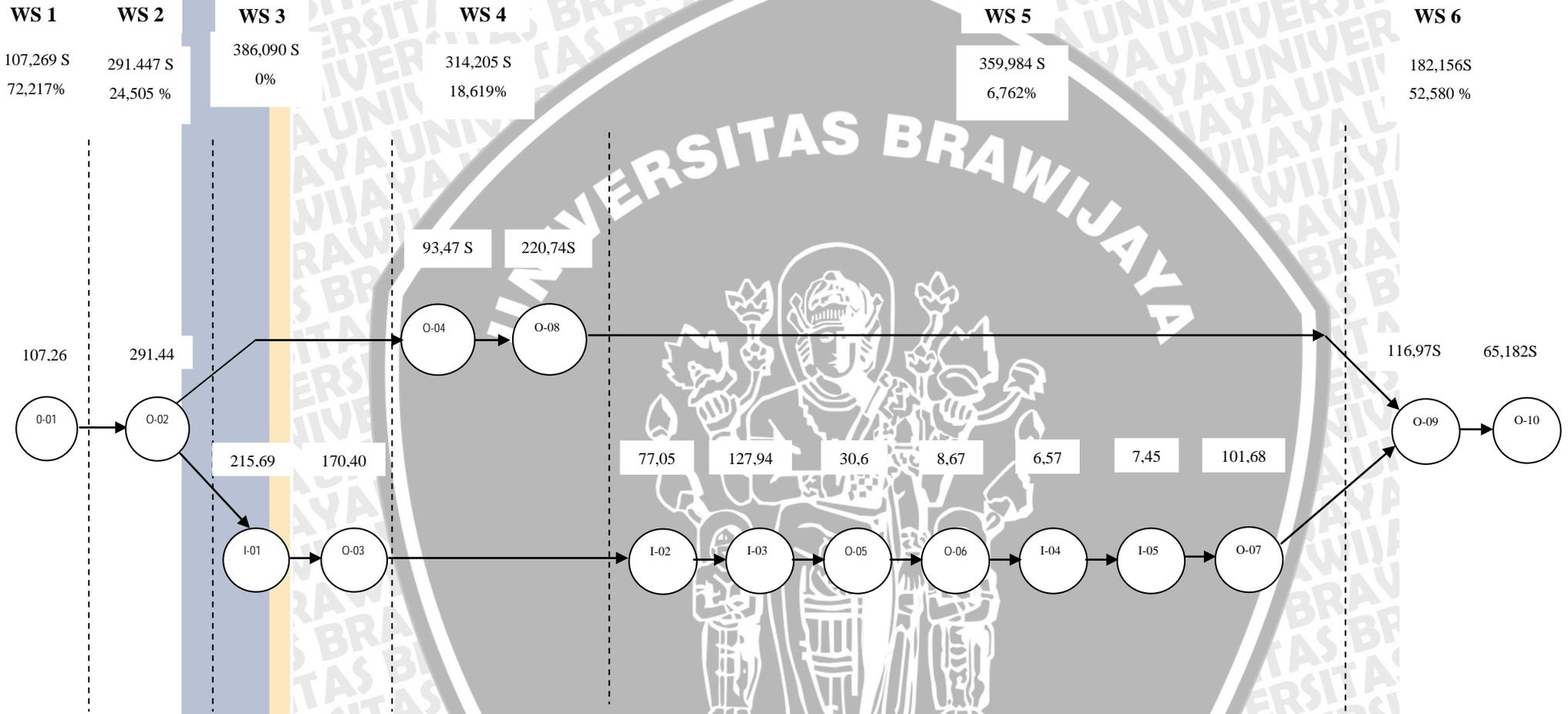
*Precedence diagram* digunakan untuk mengetahui suatu hubungan operasi kerja serta ketergantungannya secara keseluruhan dari proses produksi yang digambarkan secara grafis pada posisi horizontal.

##### 4.6.2. Pembagian operasi-operasi ke dalam beberapa wilayah

Operasi-operasi yang terdapat pada *precedence diagram* dikelompokkan kedalam beberapa *region* mulai dari kiri ke kanan. *Region* awal berisi operasi-operasi yang tidak memiliki keterkaitan dengan operasi sebelumnya untuk memulai proses produksi. *Region* berikutnya berisi operasi-operasi yang memiliki keterkaitan dengan operasi sebelumnya untuk memulai suatu proses produksi. Hasil pengelompokan dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4.18. Pembagian operasi-operasi ke dalam beberapa *region*.

<i>Region</i>	Kode operasi	Waktu operasi (detik)	Total waktu operasi per <i>region</i> (detik)
I	O-01	107,269	107,269
II	O-02	291,477	291,477
III	I-01	215,690	215,690
IV	O-03	170,400	170,400
V	O-04	93,466	93,466
VI	O-05	77,058	77,058
VII	I-02	127,941	127,941
VIII	I-03	30,610	30,610
IX	O-06	8,675	8,675
X	O-07	6,571	6,571
XI	I-04	7,449	7,449
XII	I-05	101,680	101,680
XIII	O-08	220,739	220,739
XIV	O-09	116,974	116,974
XV	O-10	65,182	65,182



Gambar.4.5. Precedence diagram menggunakan metode pendekatan wilayah.

#### 4.6.3. Penyusunan rangking operasi dalam setiap wilayah

Operasi yang memiliki waktu penyelesaian terbesar akan memasuki rangking tertinggi, sedangkan operasi selanjutnya mengikuti rangking yang telah ada. Berikut adalah tabel dari penyusunan rangking dari masing-masing operasi dalam setiap *region*:

Tabel 4.19 Pengelompokkan operasi berdasarkan urutan ranking dalam setiap *region*.

<i>Region</i>	Rangking	Kode operasi	Waktu operasi (detik)	Total waktu operasi per <i>region</i> (detik)
I	1	O-01	107,269	107,269
II	2	O-02	291,477	291,477
III	3	I-01	215,690	215,690
IV	4	O-03	170,400	170,400
V	5	O-04	93,466	93,466
VI	6	O-05	77,058	77,058
VII	7	I-02	127,941	127,941
VIII	8	I-03	30,610	30,610
IX	9	O-06	8,675	8,675
X	10	O-07	6,571	6,571
XI	11	I-04	7,449	7,449
XII	12	I-05	101,680	101,680
XIII	13	O-08	220,739	220,739
XIV	14	O-09	116,974	116,974
XV	15	O-10	65,182	65,182

#### 4.6.4. Penentuan waktu siklus dan pengelompokan stasiun kerja

Batasan waktu siklus yang memungkinkan waktu siklus optimal untuk satu lintasan produksi adalah :

$$t_{i.maks} \leq c_{optimal} \leq \frac{P_e}{Q}$$

Dimana:

$t_{i.maks}$  = waktu operasi terlama (291,477 detik)

$C_{optimal}$  = Waktu siklus, dengan *balance delay* seminimal mungkin

$P_e$  = Jam kerja efektif per hari (7 jam/shift atau 25.200 detik)

$Q$  = Jumlah produksi = 692 *case*/tahun.

Dalam hal ini waktu siklus yang diijinkan untuk target produksi adalah:

$$291,477 \text{ detik} \leq C_{\text{optimal}} \leq \frac{25.200 \times 2 \times 4}{692}$$

$$291,477 \text{ detik} \leq C_{\text{optimal}} \leq 298,666 \text{ detik}$$

Untuk mendapatkan lintasan yang efisien, maka dilakukan pendekatan *trial and error* dengan waktu siklus yang berbeda, sedangkan pengelompokan stasiun kerja berdasarkan rangking dalam setiap *region* dan waktu siklus secara berurutan sehingga total untuk masing-masing *region* sama atau mendekati waktu siklus yang telah ditentukan (setiap stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus yang telah diperbolehkan), sehingga perbedaan waktu antar stasiun kerja menjadi seimbang.

Jumlah stasiun kerja minimum ( $K_{\min}$ ) untuk waktu siklus 291,477detik dengan menggunakan rumus diatas adalah sebagai berikut:

Sehingga

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{i_{\max}}}$$

$$K_{\min} = \frac{1641,181}{291,477}$$

$$= 5,631 \approx 6 \text{ stasiun kerja.}$$

Balance delay :

$$D = \left[ \frac{n \cdot t_{i_{\max}} - \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_{i_{\max}}} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[ \frac{6 \times 291,477 - 1641,181}{6 \times 291,477} \right] \times 100\%$$

$$D = 6,157\%$$

Tabel 4.20. Penentuan waktu siklus optimal.

No	Waktu siklus (detik)	Jumlah work station	Balance delay (%)
1	291,477	6	6,157
2	292,424	6	6,461
3	293,371	6	6,763
4	294,318	6	7,063
5	295,265	6	7,361
6	296,212	6	7,657
7	297,159	6	7,952
8	298,106	6	8,244
9	299,053	6	8,535
10	300,000	6	8,823

Dari hasil pengelompokan operasi kerja dengan menggunakan metode pendekatan wilayah dan berdasarkan waktu siklus yang dicari dengan cara *trial and error* didapatkan bahwa lintasan produksi yang paling tepat digunakan adalah dengan menggunakan waktu siklus 291,477 detik karena mempunyai *balance delay* yang paling kecil yaitu sebesar 6,157 % dengan jumlah stasiun kerja yang digunakan adalah sebanyak 6 stasiun kerja.

#### 4.6.5. Pengelompokan operasi pada stasiun kerja

Pada tahapan ini dilakukan pembebanan operasi pada masing-masing stasiun kerja, dimulai dari operasi yang memiliki bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.21:

Tabel 4.21. Pengelompokan operasi ke stasiun kerja.

WS	Operasi	Waktu operasi	Idle time	Balance delay (%)
1	O-01	107,269	278,821	72,217
	<i>Cycle Time</i>	107,269		
2	O-02	291,477	94,613	24,505
	<i>Cycle Time</i>	291,477		
3	I-01	215,690	0,000	0,000
	O-03	170,400		
	<i>Cycle Time</i>	386,090		
4	O-04	93,466	71,885	18,619
	O-08	220,739		
	<i>Cycle Time</i>	314,205		
5	I-02	77,058	26,106	6,762
	I-03	127,941		
	O-05	30,610		
	O-06	8,675		
	I-04	6,571		
	I-05	7,449		
	O-07	101,680		
	<i>Cycle Time</i>	359,984		
6	O-09	116,974	203,934	52,820
	O-10	65,182		
	<i>Cycle Time</i>	182,156		
	Total	1641,181	675,359	

Dari tabel 4.21 adapun hasil yang diperoleh dari pembebanan operasi ke stasiun kerja adalah sebagai berikut:

- *Balance delay* :

$$D = \left[ \frac{n \cdot t_{i_{\max}} - \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_{i_{\max}}} \right] \times 100\%$$

$$D = \left[ \frac{6 \times 291,477 - 1641,181}{6 \times 291,477} \right] \times 100\%$$

$$D = 6,157\%$$

- Efisiensi sistem:

$$\eta = 100\% - 6,157\% = 93,843\%$$

- *Output* produksi:

$$Q = \frac{P}{C_{optimal}}$$

$$= \frac{25.200 \times 2 \times 4}{291,477}$$

$$= 691,649 \approx 692 \text{ case/bulan}$$

Keterangan:

$t_{i_{maz}}$  = Waktu operasi terlama (detik)

$C_{optimal}$  = Waktu siklus dengan *balance delay* seminimal mungkin (detik/case)

P = Periode waktu (jam kerja efektif = 7 jam per hari = 25.200 detik)

Q = Jumlah produksi per periode (*case*)

Dengan perincian pada waktu siklus sebesar 291,477 detik dapat menghasilkan produk sebanyak 692 *case*, maka:

$$Q_{Tot} = 692 \times 12 = 8.304 \text{ case / tahun}$$

#### 4.7. Pembahasan hasil pengolahan dan analisa data

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

##### 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 secara tidak wajar, hal ini dapat dilihat dari pola kerja yang 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. Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat dihitung dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan *rating performance*. Besarnya harga *rating performance* sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau waktu yang normal dari kerja operator. Bila harga *rating performance* lebih besar dari satu ( $P > 1$ ), maka operator tersebut bekerja terlalu cepat. Sebaliknya jika harga *rating performance* lebih kecil dari satu ( $P < 1$ ), maka operator tersebut bekerja terlalu lambat atau dibawah normal. Dan harga faktor penyesuaian sama dengan satu ( $P = 1$ ), maka operator tersebut bekerja secara wajar. Dari hasil perhitungan maka diperoleh besarnya waktu normal dapat dilihat pada tabel 4.22:

#### 4.7.1.2. Waktu baku

Walaupun waktu normal telah ditetapkan, akan tetapi didalam prakteknya tidak mungkin pekerja secara terus-menerus bekerja sepanjang hari. Operator akan sering menghentikan pekerjaannya dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan pribadi hal ini adalah wajar, istirahat untuk melepas rasa lelah dan alasan-alasan lain diluar kontrolnya. Yang termasuk dalam keperluan pribadi adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan haus, kekamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja untuk menghilangkan kejenuhan dalam pekerjaan, 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 mereka tidak dapat bekerja dengan baik, bahkan hampir bisa dipastikan produktivitas kerjanya akan cenderung 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 antara 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 dapatkan waktu baku. Dari hasil perhitungan maka diperoleh besarnya waktu baku dapat dilihat pada tabel 4.23:

Tabel 4.22. Nilai waktu normal.

No	Operasi kode	Rating performance (P)	Waktu rata-rata (Ws) (detik)	Waktu normal (Wn) (detik)
1	O-01	1,14	64,926	74,016
2	O-02	1,26	192,005	241,926
3	I-01	1,13	146,02	165,003
4	O-03	1,19	109,543	130,356
5	O-04	1,12	69,265	77,577
6	I-02	1,14	44,962	51,257
7	I-03	1,17	81,467	95,316
8	O-05	1,27	18,8	23,876
9	O-06	1,28	5,422	6,940
10	I-04	1,14	4,208	4,797
11	I-05	1,13	4,351	4,917
12	O-07	1,19	71,774	85,411
13	O-08	1,13	164,089	185,421
14	O-09	1,13	86,954	98,258
15	O-10	1,11	45,216	50,190

Tabel 4.23. Nilai waktu baku.

No	Kode operasi	Rating performance (P)	Allowance time (%)	$W_s$ (detik)	$W_n$ (detik)	$W_b$ (detik)
1	O-01	1,14	31	64,926	74,016	107,269
2	O-02	1,26	17	192,005	241,926	291,477
3	I-01	1,13	23,5	146,02	165,003	215,690
4	O-03	1,19	23,5	109,543	130,356	170,400
5	O-04	1,12	17	69,265	77,577	93,466
6	I-02	1,14	33,5	44,962	51,257	77,078
7	I-03	1,17	25,5	81,467	95,316	127,941
8	O-05	1,27	22	18,8	23,876	30,610
9	O-06	1,28	20	5,422	6,940	8,675
10	I-04	1,14	27	4,208	4,797	6,571
11	I-05	1,13	34	4,351	4,917	7,449
12	O-07	1,19	16	71,774	85,411	101,680
13	O-08	1,13	16	164,089	185,421	220,739
14	O-09	1,13	16	86,954	98,258	116,974
15	O-10	1,11	23	45,216	50,190	65,182

#### 4.7.2. Keseimbangan lintasan produksi

##### 4.7.2.1. Pemilihan alternatif lintasan

Usaha dalam menyeimbangkan lintasan produksi adalah berusaha 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, hal ini dapat diketahui dengan terjadinya 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 dan sesuai dengan kecepatan produksi yang telah ditentukan. Pada pembahasan ini digunakan 2 metode keseimbangan lintasan, yaitu :

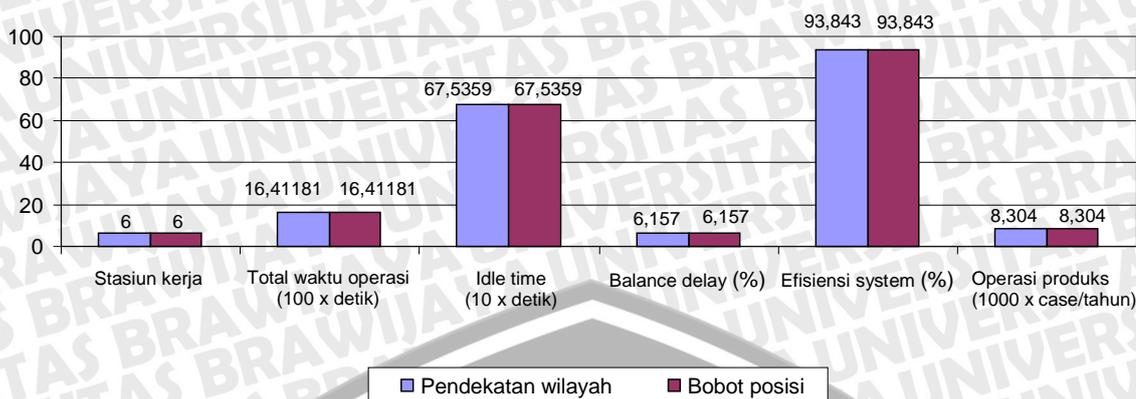
- a) Metode pendekatan wilayah.
- b) Metode bobot posisi.

Dengan menggunakan kedua metode diatas diharapkan lintasan produksi menjadi seimbang, dimana setiap stasiun kerja mendapat tugas yang sama dan nilainya dapat diukur dengan waktu, stasiun kerja dengan jumlah yang minimum serta 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 4.24. Perbandingan hasil perhitungan metode pendekatan wilayah dan metode bobot posisi.

No.	Faktor pembanding	Pendekatan wilayah	Bobot posisi
1	Stasiun kerja	6 stasiun kerja	6 stasiun kerja
2	Total waktu operasi	1641,181 detik	1641,181 detik
3	<i>Idle time</i>	675,359detik	675,359detik
4	<i>Balance delay</i>	6,157 %	6,157 %
5	Efisiensi sistem	93,843 %	93,843 %
6	<i>Output</i> produksi	8.304 <i>case/</i> tahun	8.304 <i>case/</i> tahun



Gambar 4.6. Perbandingan hasil perhitungan metode pendekatan wilayah dan metode bobot posisi.

Berdasarkan gambar 4.6, ternyata didapatkan bahwa kedua metode baik Metode Pendekatan Wilayah ataupun Metode Bobot Posisi, sama-sama mendapatkan *balance delay* terkecil dengan pengelompokan stasiun kerja 6 buah. Dengan menggunakan waktu siklus 291,477 detik, maka waktu menganggur pada masing-masing stasiun kerja sangat minimum serta terjadi peningkatan kapasitas produksi tahunan dibandingkan dengan menggunakan waktu siklus yang lain.

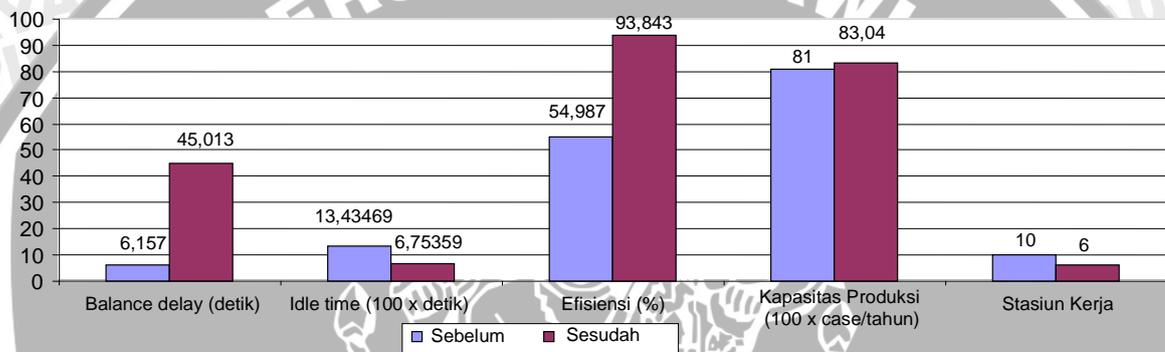
#### 4.7.2.2. Analisa efisiensi produksi

Analisa efisiensi produksi bertujuan untuk mengetahui besarnya tingkat efisiensi lintasan produksi, adapun kriteria-kriteria dalam suatu keseimbangan lintasan produksi yaitu meminimalkan *idle time* (waktu menganggur), meminimalkan *balance delay* (keseimbangan waktu senggang), memaksimalkan efisiensi lintasan produksi, meningkatkan *output* produksi serta jumlah stasiun kerja yang digunakan sebelum diterapkan metode keseimbangan lintasan dan sesudah diterapkan metode tersebut.

Hasil dari perhitungan akan menunjukkan perbedaan sebelum apakah sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan ini menghasilkan suatu perubahan yang lebih baik atau sebaliknya. Pada tabel 4.25 berikut ini dapat dilihat perbandingan hasil antara sebelum dan sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan.

Tabel 4.25. Perbandingan kondisi awal dan sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan.

No.	Kriteria	Sebelum	Sesudah
1	Balance delay	45,013 %	6,157%
2	Idle time	1343,469detik	675,359detik
3	Efisiensi	54,987 %	93,843 %
4	Kapasitas produksi	8.100 case/tahun	8.304 case/tahun
5	Stasiun kerja	10 stasiun kerja	6 stasiun kerja



Gambar 4.7. Perbandingan kondisi awal dan sesudah penerapan metode keseimbangan lintasan.

Pada tabel dan gambar perbandingan diatas dapat diketahui telah terjadi perubahan setelah menerapkan metode keseimbangan lintasan ini, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

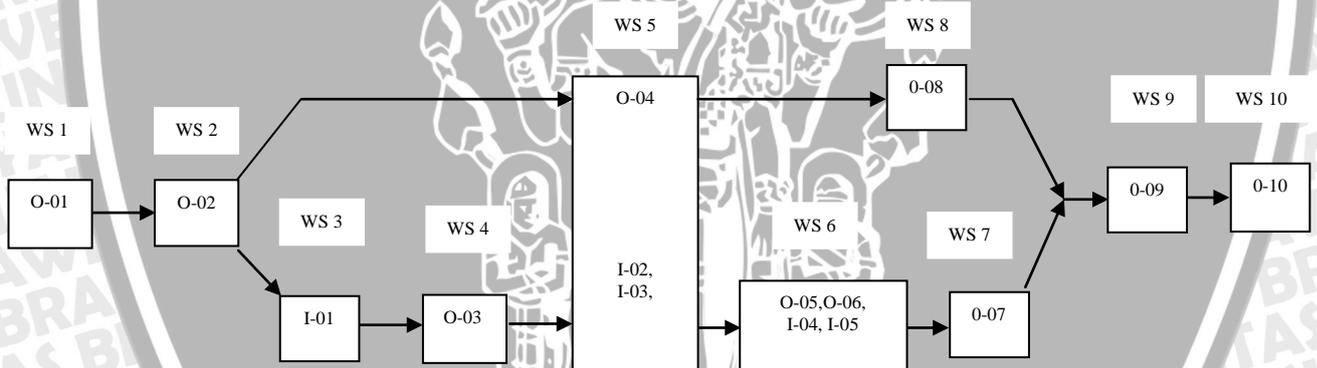
- *Idle time* turun dari 1343,469 detik menjadi 675,359 detik.  
Sehingga terjadi penurunan sebesar =  $( 1343,469 - 675,359 )$  detik  
= 668,11 detik.
- *Balance delay* turun dari 45,013 % menjadi 6,157 %.  
Sehingga terjadi penurunan sebesar =  $( 45,013 - 6,157 )$   
= 38,856 %.
- Efisiensi lintasan naik dari  
Semula,  $\eta = 100\% - 45,013\% = 54,987\%$   
Menjadi,  $\eta = 100\% - 6,157\% = 93,843\%$   
Sehingga terjadi kenaikan sebesar =  $( 93,843 - 54,987 )$   
= 38,856 %.

- Terjadi pengurangan jumlah stasiun kerja yang semula berjumlah 10 stasiun kerja berkurang menjadi 6 stasiun kerja.
- Kapasitas Produksi naik dari 8.100 *case* per tahun menjadi 8.304 *case* per tahun. Sehingga terjadi kenaikan sebesar =  $(8.304 - 8.100) = 204 \text{ case}$ .

Berdasarkan hasil pengelompokan peta stasiun kerja dengan menggunakan metode keseimbangan lintasan yang menunjukkan waktu tertinggi atau beban kerja paling berat, menjadi acuan dalam bekerja, maka pemberian motivasi dan pengontrolan lebih mudah dibandingkan dengan kondisi awal lintasan.

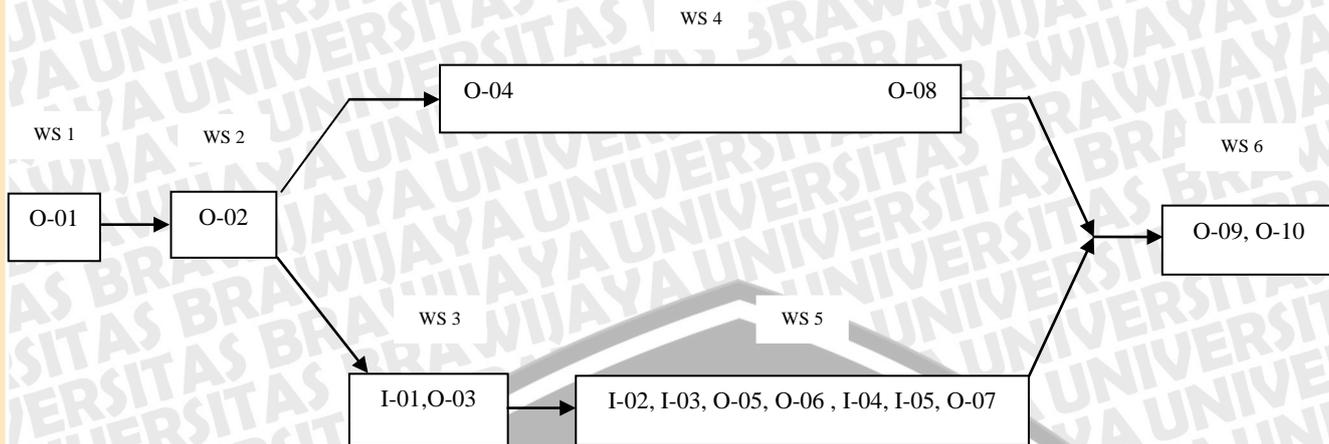
**4.7.2.3. Skema stasiun kerja sebelum dan setelah penerapan metode keseimbangan lintasan**

Dibawah ini ditampilkan skema proses produksi minuman berkarbonasi jenis *coke* pada PT. Coca-Cola Bottling Indonesia sebelum diterapkannya metode keseimbangan lintasan pada line produksi 2. *Output* produksinya sebesar 8.100 *case* per tahun serta efisiensi sistemnya sebesar 54,987 %.

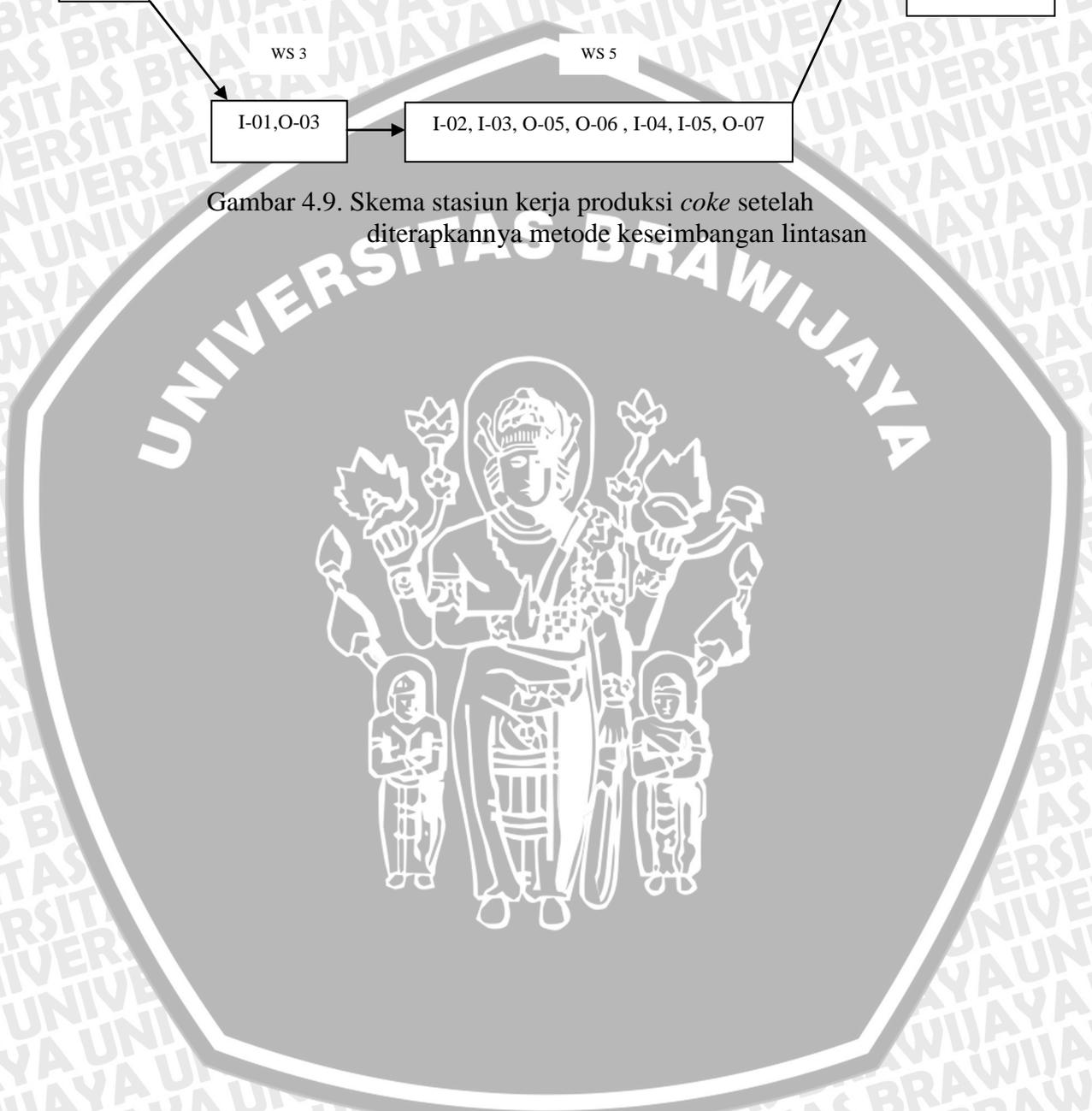


Gambar 4.8. Skema stasiun kerja produksi *coke* sebelum diterapkannya metode keseimbangan lintasan.

Berikut ini ditampilkan skema proses produksi minuman berkarbonasi untuk jenis *coke* di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia setelah diterapkannya metode keseimbangan lintasan pada line produksi 2. *Output* produksinya 8,304 *case* per tahun serta efisiensi sistemnya meningkat sebesar 93,843 %.



Gambar 4.9. Skema stasiun kerja produksi *coke* setelah diterapkannya metode keseimbangan lintasan



## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisis keseimbangan lintasan menggunakan metode Bobot Posisi dan Pendekatan Wilayah di PT. Coca-cola Bottling Indonesia dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Terjadi pengurangan jumlah stasiun kerja yang semula berjumlah 10 stasiun kerja berkurang menjadi 6 stasiun kerja.
- Dengan menggunakan metode bobot posisi dan pendekatan wilayah diperoleh hasil yang sama yaitu terjadi penurunan *balance delay* sebesar 38,856 %. dari 45,013 % menjadi 6,157%. Dengan penurunan *balance delay* tersebut menjadikan efisiensi mengalami kenaikan sebesar 38,856 %. dari efisiensi awal 54,987% menjadi 93,843%.
- *Output* produksi per tahun dapat ditingkatkan dari 8.100 *case* menjadi 8.304 *case*, sehingga terjadi peningkatan *output* produksi sebesar 204 *case* terhadap *output* produksi lama.
- Peningkatan *output* produksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode keseimbangan lintasan khususnya metode Bobot Posisi dan Pendekatan Wilayah, yang pada penelitian ini memberikan hasil yang sama.

### 5.2. Saran

Untuk dapat mencapai tingkat operasi produksi yang paling optimal perusahaan harus melakukan evaluasi kondisi yang ada dengan lebih menyeluruh dan mengambil langkah-langkah yang lebih inovatif. Berdasarkan analisa pengolahan data, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk lebih meningkatkan kelancaran proses produksi, perlu adanya bagian teknisi dilapangan yang sewaktu-waktu selalu siap apabila terjadi kerusakan ataupun macetnya mesin, sehingga operator lebih terfokus pada pekerjaannya.
2. Diperlukan penataan area kerja yang lebih rapi sehingga dapat memperlancar proses produksi.
3. Untuk menghindari kebosanan yang dapat muncul pada pekerjaan yang sama, maka dapat dilakukan rotasi kerja diantara para pekerja.

4. Proses penentuan *rating performance* dan *allowance time* harus dilakukan dengan cermat karena akan berpengaruh terhadap perhitungan waktu normal dan waktu baku.
5. Hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini hendaknya menjadi bahan masukan oleh perusahaan dalam upaya meningkatkan kapasitas produksi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Elsayed, A. Elsayed, and Thomas, O. Boucher. 1994. *Analysis and control of Production, 2<sup>nd</sup> edition*. Departement of industrial Engineering College of Engineering Rutgers University.
- Kusuma, Hendra, 2002. *Manajemen Produksi*. Yogyakarta: Percetakan Andi.
- Nasution, Arman H. 1999. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Surabaya : Penerbit Guna Widya.
- Sumarni, Murti & Soeprihanto, Jhon , 1998, Pengantar Bisnis ( *Dasar-Dasar Ekonomi perusahaan* ),Liberty Yogyakarta, Yogyakarta.
- Supranto, Johannes. 1992. *Sampling untuk Pemeriksaan*. Jakarta: UI Press.
- Sutalaksana, Iftikar Z, dan Anggawisastra, Ruhana 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Teknik Industri ITB.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1992. *Ergonomi Studi Gerak Dan waktu*. Surabaya: Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1992. *Teknik Tata Cara Kerja dan Pengukuran Kerja*. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1995. *Tata Letak Pabrik dan Pindahan Bahan*. Penerbit ITS Surabaya.

