

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PADA
ASSEMBLY LINE SE-085 MENGGUNAKAN METODE
RANKED POSITIONAL WEIGHT (RPW)
(STUDI KASUS: PT. CHAKRA TUNGGALEKTRINDO BANDUNG)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

UMAR ABDULLAH

NRP : 193010032



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
2026**

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PADA
ASSEMBLY LINE SE-085 MENGGUNAKAN METODE
RANKED POSITIONAL WEIGHT (RPW)
(STUDI KASUS: PT. CHAKRA TUNGGAL ELEKTRINDO BANDUNG)**

UMAR ABDULLAH
NRP : 193010032

Pembimbing Utama :

Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarlih Dimyati, MSIE

ABSTRAK

Sistem produksi berbasis assembly line memerlukan keseimbangan beban kerja antarstasiun agar proses produksi berlangsung secara efisien. PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi wire harness dan komponen audio kendaraan. Berdasarkan hasil observasi pada assembly line SE-085, ditemukan ketidakseimbangan beban kerja antarstasiun yang ditunjukkan oleh variasi waktu proses setiap elemen kerja. Kondisi awal menunjukkan Line Efficiency sebesar 41,72%, Balance Delay sebesar 58,28%, dan Smoothness Index sebesar 136,25, yang mengindikasikan masih tingginya idle time serta distribusi beban kerja yang belum merata. Penelitian ini menggunakan metode Ranked Positional Weight (RPW) dengan pendekatan kuantitatif melalui studi kasus. Data diperoleh melalui observasi langsung, stopwatch time study, wawancara, dan dokumentasi perusahaan. Analisis dilakukan melalui penyusunan precedence diagram, pengukuran waktu kerja, perhitungan cycle time, positional weight, pembentukan workstation, serta evaluasi menggunakan indikator Line Efficiency, Balance Delay, dan Smoothness Index.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode RPW menghasilkan pembagian workstation yang lebih optimal, yaitu dari enam menjadi empat stasiun kerja. Perbaikan tersebut meningkatkan Line Efficiency menjadi 77,43%, menurunkan Balance Delay menjadi 22,53%, dan menurunkan Smoothness Index menjadi 47,36. Selain itu, distribusi beban kerja menjadi lebih merata sehingga idle time, bottleneck, dan penumpukan work in process dapat dikurangi. Berdasarkan hasil penelitian, metode RPW terbukti efektif dalam memperbaiki keseimbangan lintasan pada assembly line SE-085 PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung. Usulan pembagian workstation yang dihasilkan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, mengoptimalkan pemanfaatan waktu kerja, serta mendukung pencapaian target produksi perusahaan.

Kata kunci: Line Balancing, Ranked Positional Weight (RPW), Assembly Line

**ASSEMBLY LINE BALANCING IMPROVEMENT ON
THE SE-085 ASSEMBLY LINE USING THE RANKED
POSITIONAL WEIGHT (RPW) METHOD
(CASE STUDY : PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung)**

UMAR ABDULLAH
NRP : 193010032

Main Advisor :

Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimyati, MSIE

ABSTRACT

An assembly line production system requires a balanced workload among workstations to ensure an efficient production process. PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung is a manufacturing company specializing in the production of wire harnesses and automotive audio components. Based on observations conducted on the SE-085 assembly line, an imbalance in workload distribution among workstations was identified, as indicated by the variation in processing times of each work element. The initial condition showed a Line Efficiency of 41.72%, a Balance Delay of 58.28%, and a Smoothness Index of 136.25, indicating high idle time and an uneven distribution of workload. This study employed the Ranked Positional Weight (RPW) method using a quantitative case study approach. Data were collected through direct observation, stopwatch time studies, interviews, and company documentation. The analysis involved constructing a precedence diagram, measuring work times, calculating cycle time and positional weights, assigning work elements to workstations, and evaluating the proposed assembly line using the indicators of Line Efficiency, Balance Delay, and Smoothness Index.

The results showed that the RPW method produced a more optimal workstation configuration by reducing the number of workstations from six to four. The proposed improvement increased the Line Efficiency to 77.43%, reduced the Balance Delay to 22.53%, and decreased the Smoothness Index to 47.36. Furthermore, the workload was distributed more evenly, resulting in reduced idle time, bottlenecks, and work-in-process accumulation. These findings indicate that the RPW method is effective in improving assembly line balancing on the SE-085 assembly line at PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung. The proposed workstation arrangement is expected to enhance production efficiency, optimize the utilization of working time, and support the achievement of the company's production targets.

Keywords: Line Balancing, Ranked Positional Weight (RPW), Assembly Line

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PADA
ASSEMBLY LINE SE-085 MENGGUNAKAN METODE
RANKED POSITIONAL WEIGHT (RPW)
(STUDI KASUS: PT. CHAKRA TUNGGA ELEKTRINDO BANDUNG)**

Oleh

Umar Abdullah

NRP : 193010032

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal

Pembimbing

Penelaah

(Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarliah Dimyati, MSIE)

(Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi

(Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT)

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Sarjana yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Pasundan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Judul Tugas Akhir:

**PERBAIKAN KESEIMBANGAN LINTASAN PADA ASSEMBLY LINE
SE-085 MENGGUNAKAN METODE RANKED POSITIONAL WEIGHT
(RPW)
(STUDI KASUS: PT. CHAKRA TUNGGALEKTRINDO BANDUNG)**

Adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya dengan cara penulisan referensi yang sesuai. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Bandung, 2026

Umar Abdullah
NRP : 193010032

*Dipersembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga
Yang telah memberikan dukungan, do'a serta bantuan.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *"Perbaikan Keseimbangan Lintasan pada Assembly Line SE-085 Menggunakan Metode Ranked Positional Weight (RPW) (Studi Kasus: PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung)"* tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sampai selesai.
2. Ibu tercinta dan almarhum ayah yang senantiasa menjadi sumber doa, dukungan, motivasi, dan inspirasi bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Tjutju Tarlih Dimiyati, MSIE selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu, memberi bimbingan, saran dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT selaku dosen penelaah atas bimbingan dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan, saran dan nasihat sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Nurman Helmi, DEA. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan selama proses perkuliahan sampai Tugas Akhir ini.
6. Kakak-kakak terhormat yang selalu memberikan dukungan, doa, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis, oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan

keritikan yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Bandung, 2026

Umar Abdullah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
Bab I Pendahuluan	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
I.4 Manfaat Penelitian.....	I-4
I.5 Batasan Masalah.....	I-4
I.6 Sistematika Penulisan.....	I-4
Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori.....	II-1
II.1 Tinjauan Pustaka	II-1
II.2 Landasan Teori	II-6
II.2.1 Sistem Produksi.....	II-6
II.2.2 <i>Lean Manufacturing</i>	II-8
II.2.3 <i>Line Balancing</i>	II-9
II.2.4 <i>Precedence Diagram</i>	II-11
II.2.5 <i>Work Measurement</i>	II-12
II.2.6 <i>Time Study</i>	II-13
II.2.7 <i>Takt Time</i>	II-14
II.2.8 <i>Metode Line Balancing</i>	II-15
II.2.9 <i>Line Efficiency</i>	II-18
II.2.10 <i>Balanced Delay</i>	II-18

II.2.11	<i>Smoothness Index</i>	II-19
II.2.12	Uji Statistik Data	II-19
Bab III	Metodologi Penelitian.....	III-1
III.1	Identifikasi Masalah	III-1
III.2	Pengumpulan Data	III-2
III.3	Pengolahan Data.....	III-2
III.4	Pembahasan	III-3
III.5	Kesimpulan dan Saran.....	III-4
III.6	Diagram Alir.....	III-4
Bab IV	Pengumpulan dan Pengolahan Data	IV-1
IV.1	Gambaran Umum Proses Produksi	IV-1
IV.1.1	PT. Chakra Tunggal Elektrindo	IV-1
IV.1.2	<i>Assembly line</i> SE-085	IV-2
IV.2	Pengumpulan Data.....	IV-5
IV.2.1	Data Elemen Kerja	IV-5
IV.3	Pengolahan Data Waktu.....	IV-6
IV.4	Data Precedence.....	IV-12
IV.5	Kondisi Awal <i>Assembly Line</i> SE-085.....	IV-14
IV.6	Pengolahan Data dengan <i>Ranked Positional Weight</i>	IV-15
IV.6.1	Penentuan Waktu Siklus Optimal	IV-15
IV.6.2	Perencanaan Keseimbangan Lintasan	IV-16
IV.6.3	Penentuan Bobot Posisi Masing-masing Operasi	IV-17
IV.6.4	Pengelompokan Operasi ke Dalam Stasiun Kerja	IV-20
IV.6.5	Perhitungan <i>Line Efisiensi</i> , <i>Balanced Delay</i> dan <i>Smoothness Index</i>	IV-21
Bab V	Hasil dan Pembahasan.....	V-1
V.1	Hasil Pengolahan Data Metode <i>Ranked Positional Weight</i>	V-1
V.2	Analisis <i>Idle Time</i> Stasiun Kerja	V-1
V.3	<i>Line Efficiency</i> (LE) dan <i>Balance Delay</i> (BD).....	V-2
V.4	<i>Smoothness Index</i> (SI)	V-2

V.5	Pembahasan Hasil.....	V-2
V.6	Perbandingan Kondisi Aktual dan Usulan	V-3
Bab VI	Kesimpulan dan Saran	VI-1
VI.1	Kesimpulan	VI-1
VI.2	Saran	VI-2
Daftar Pustaka		
Lampiran		

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan <i>Assembly</i> SE-085	L-2
Lampiran 1 Perhitungan Uji Kecukupan dan Keseragaman Data	L-3
Lampiran 2 Pengukuran <i>Time Study</i>	L-15
Lampiran 3 QM for Window	L-19

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tinjauan Pustaka	II-3
Tabel II.2 Research Gap Penelitian.....	II-5
Tabel IV.1 Nama Elemen-elemen Kerja assembly line SE-085.....	IV-6
Tabel IV.2 Data Waktu Pengukuran Kerja Insert Balf (detik).....	IV-9
Tabel IV.3 Data Waktu Proses Wiring Harness SE-085.....	IV-10
Tabel IV.4 Waktu Siklus Proses Wiring Harness SE-085	IV-10
Tabel IV.5 Waktu Normal Proses <i>Wiring Harness</i> SE-085.....	IV-11
Tabel IV.6 Waktu Standar Proses <i>Wiring Harness</i> SE-085.....	IV-12
Tabel IV.7 Hubungan Precedence Assembly line SE-085.....	IV-13
Tabel IV.8 Kondisi Awal Assembly line SE-085	IV-14
Tabel IV.9 Hasil Analisis untuk Kondisi Awal	IV-15
Tabel IV.10 Hasil Penentuan Bobot masing-masing Operasi.....	IV-19
Tabel IV.11 Ranking (Urutan Prioritas) setiap Elemen Kerja	IV-20
Tabel IV.12 Hasil Pengelompokan Workstation	IV-20
Tabel V.1 Perbandingan Kondisi Awal dan RPW	V-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian	III-5
Gambar IV.1 Logo PT. Chakra Tunggal Elektrindo.....	IV-2
Gambar IV.2 Wiring Harness SE-085 PT. Chakra Tunggal Elektrindo	IV-2
Gambar IV.3 Peta Kontrol proses Insert balf.....	IV-8
Gambar IV.4 Precedence Diagram Assembly Line SE-085	IV-13

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang Masalah

Dalam sistem produksi berbasis *assembly line*, keseimbangan beban kerja antarstasiun kerja menjadi faktor penting untuk menjaga kelancaran aliran proses produksi. Ketidakseimbangan lintasan dapat menyebabkan terjadinya *idle time* (waktu menganggur), penumpukan *work in process* (WIP), dan menurunkan efisiensi produksi. *Idle time* merupakan kondisi ketika operator atau stasiun kerja harus menunggu proses dari stasiun sebelumnya selesai sebelum dapat melanjutkan pekerjaannya. Akibatnya, sebagian waktu kerja yang tersedia tidak dimanfaatkan secara produktif sehingga kapasitas produksi menjadi kurang optimal. Selain itu, penumpukan *work in process* (WIP) dapat memperlambat aliran produksi, meningkatkan kebutuhan area penyimpanan sementara, dan berpotensi menghambat pencapaian target produksi.

PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang perakitan *wire harness* dan komponen audio kendaraan. Dalam menjalankan proses produksinya, perusahaan menerapkan sistem *assembly line*, di mana setiap produk dirakit melalui beberapa tahapan proses, mulai dari pemotongan kabel, pengupasan, pemasangan terminal (*crimping*), hingga proses perakitan dan pengujian akhir. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi serta memastikan kualitas produk sesuai dengan standar industri. Oleh karena itu, kelancaran aliran produksi pada setiap stasiun kerja menjadi faktor penting dalam mencapai target produksi dan menjaga produktivitas perusahaan.

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan di PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung, ditemukan adanya penumpukan *work in process* (WIP) pada beberapa stasiun kerja. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ketidakseimbangan distribusi beban kerja antarstasiun kerja sehingga menghambat kelancaran proses produksi. Selain itu, beberapa operator masih mengalami *idle time* karena harus menunggu pekerjaan dari stasiun sebelumnya selesai sebelum dapat melanjutkan proses berikutnya. Kondisi ini menyebabkan sebagian waktu kerja tidak dimanfaatkan secara optimal, sementara pada stasiun kerja lain terjadi beban kerja yang lebih tinggi. Penelitian ini difokuskan pada *assembly line* SE-085 karena produk *wire harness* tersebut memiliki tingkat permintaan yang tinggi,

jumlah elemen kerja yang relatif banyak, serta tingkat *idle time* yang lebih besar dibandingkan lini produksi lainnya.

Hasil pengamatan menunjukkan adanya variasi waktu proses yang cukup besar antar elemen kerja pada lini tersebut. Proses *Tapping Connector* memiliki waktu pengerjaan terlama, yaitu sebesar 55,25 detik, sedangkan proses *Insert Balf* memiliki waktu pengerjaan tercepat, yaitu sebesar 6,704 detik. Perbedaan waktu proses yang cukup besar tersebut menyebabkan distribusi beban kerja antarstasiun menjadi tidak merata, sehingga beberapa stasiun kerja menyelesaikan pekerjaannya lebih cepat dan harus menunggu proses berikutnya, sedangkan stasiun lainnya memerlukan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan pekerjaannya. Kondisi ini berpotensi menimbulkan *idle time*, *bottleneck*, serta penumpukan *work in process* (WIP) yang pada akhirnya menurunkan efisiensi lintasan produksi.

Berdasarkan hasil analisis kondisi awal (*existing system*), lintasan produksi terdiri dari enam stasiun kerja dengan tingkat keseimbangan yang masih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Line Efficiency* sebesar 41,72% dan *Balance Delay* sebesar 58,28%, yang menunjukkan bahwa lebih dari separuh waktu yang tersedia pada lintasan produksi belum dimanfaatkan secara optimal karena masih terdapat *idle time* pada beberapa stasiun kerja. Selain itu, nilai *Smoothness Index* sebesar 136,25 menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antarstasiun masih sangat tidak merata. Kondisi tersebut disebabkan oleh pembagian elemen kerja yang belum seimbang sehingga terdapat stasiun kerja dengan beban kerja yang relatif ringan, sementara stasiun lainnya memiliki beban kerja yang lebih tinggi. Ketidakseimbangan tersebut mengakibatkan aliran produksi menjadi kurang lancar, meningkatkan potensi penumpukan *work in process* (WIP), serta menyulitkan perusahaan dalam mencapai target produksi secara optimal.

Penerapan konsep *line balancing* pada *assembly line* SE-085 diharapkan mampu meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi *idle time*, meminimalkan penumpukan *work in process* (WIP), serta memperlancar aliran proses produksi. Namun, pelaksanaan *line balancing* pada lini produksi yang memiliki banyak elemen kerja seperti SE-085 tidak mudah dilakukan secara manual. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan heuristik yang dapat membantu proses penyeimbangan lintasan secara lebih efektif dan sistematis.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penerapan metode heuristik dalam penyelesaian permasalahan *line balancing*. (Asriadi, 2023) dalam penelitian berjudul “*Analisis Line Balancing pada Produksi Roti Menggunakan Metode Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule dan Region Approach*” menyimpulkan bahwa metode *Region Approach* memberikan hasil yang lebih baik karena pengaturan wilayah kerja dapat dioptimalkan melalui penyesuaian tata letak stasiun kerja sehingga waktu menganggur dapat diminimalkan. Penelitian lain yang dilakukan oleh (idris, 2023) dengan judul “*Penerapan Konsep Line Balancing pada Proses Produksi Sablon Baju dengan Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik*” menunjukkan adanya peningkatan kinerja produksi yang signifikan setelah dilakukan evaluasi dan perbaikan keseimbangan lintasan.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan keseimbangan lintasan adalah *Ranked Positional Weight* (RPW). Metode ini dipilih karena mampu mempertimbangkan hubungan *precedence* serta total waktu proses elemen kerja penerus (*successor*) dalam menentukan urutan prioritas pembentukan *workstation*. Karakteristik tersebut dinilai sesuai dengan kondisi *assembly line* SE-085 yang memiliki jumlah elemen kerja relatif banyak dan variasi waktu proses antar elemen kerja, sehingga diharapkan menghasilkan pembagian beban kerja yang lebih seimbang.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar waktu standar yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masing-masing elemen kerja pada *assembly line* SE-085?
2. Berapa stasiun kerja yang diperlukan dalam proses perakitan SE-085.
3. Bagaimana pengalokasian elemen-elemen kerja ke setiap stasiun kerja agar diperoleh keseimbangan lintasan dan kinerja perakitan yang optimal?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan waktu standar setiap elemen kerja pada *assembly line* SE-085.

2. Menentukan jumlah stasiun kerja yang optimal pada proses perakitan SE-085.
3. Mengoptimalkan pembagian elemen kerja pada tiap stasiun kerja guna meningkatkan performansi lintasan perakitan, khususnya dalam hal efisiensi lintasan dan pengurangan *idle time*.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat:

1. Meningkatkan keseimbangan lintasan produksi sehingga produktivitas dan efisiensi kerja pada *assembly line* menjadi lebih optimal.
2. Meminimalkan *idle time* serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya produksi secara lebih efektif.
3. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam penerapan metode RPW pada perbaikan sistem produksi.

I.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar lebih fokus, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kegiatan penelitian dilakukan pada area lantai produksi PT. CTE Bandung dengan waktu pelaksanaan selama 2 bulan, yakni pada Februari sampai Maret 2026.
2. Objek penelitian ini adalah produk SE-085.
3. Pengambilan data waktu operasi dilakukan secara langsung menggunakan metode pengukuran *stopwatch time study*.

I.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Pada bab ini berisi kajian teori yang mendukung penelitian, seperti konsep *Line Balancing*, *Ranked Positional Weight*, *Time Study*, serta teori-teori relevan

lainnya. Selain itu, juga memuat penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, metode pengumpulan data, teknik pengolahan data, metode analisis yang digunakan, serta diagram alir penelitian dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini memaparkan data yang diperoleh dari perusahaan, proses pengolahan data, perhitungan waktu kerja, penyusunan *precedence diagram*, serta penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dalam upaya keseimbangan lintasan produksi.

BAB V Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi analisis terhadap hasil pengolahan data, interpretasi hasil penerapan metode RPW, evaluasi keseimbangan lintasan, serta pembahasan mengenai peningkatan efisiensi lini produksi.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini memuat kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan penelitian. Teori yang disajikan berkaitan dengan konsep sistem produksi, *line balancing*, serta metode *Ranked Positional Weight* (RPW) yang digunakan dalam penelitian ini.

Landasan teori ini diperlukan sebagai dasar dalam memahami permasalahan yang terjadi pada lintasan produksi serta sebagai acuan dalam melakukan analisis dan perancangan perbaikan sistem produksi. Selain itu, tinjauan pustaka juga digunakan untuk mendukung metode yang diterapkan dalam penelitian agar sesuai dengan konsep ilmiah yang telah dikembangkan oleh para ahli sebelumnya.

Adapun teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sistem produksi, line balancing, precedence diagram, waktu siklus (*cycle time*), efisiensi lintasan, serta metode *Ranked Positional Weight* (RPW).

II.1 Tinjauan Pustaka

Untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi, perusahaan perlu menerapkan metode yang mampu mengoptimalkan pembagian beban kerja pada setiap stasiun kerja. Ketidakseimbangan lintasan produksi dapat menyebabkan terjadinya *bottleneck* dan waktu menganggur (*idle time*), yang pada akhirnya memperpanjang waktu siklus dan menurunkan produktivitas. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang dapat mengatur distribusi pekerjaan secara merata agar aliran produksi menjadi lebih lancar dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *line balancing*, yang bertujuan untuk menyeimbangkan beban kerja antar stasiun kerja sehingga dapat meminimalkan waktu menganggur dan meningkatkan efisiensi lintasan produksi.

Penerapan metode line balancing telah banyak dilakukan dalam berbagai penelitian untuk mengatasi permasalahan ketidakseimbangan lintasan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh dengan judul “Usulan Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi Menggunakan Metode *Line Balancing*”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode line balancing, efisiensi lintasan mengalami peningkatan yang signifikan serta terjadi penurunan waktu menganggur pada beberapa stasiun kerja. Hal ini

membuktikan bahwa penerapan line balancing efektif dalam meningkatkan kinerja sistem produksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Kharuddin, 2020) dengan judul “*Line balancing using heuristic procedure and simulation of assembly line*”. Penelitian ini menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) yang dikombinasikan dengan simulasi untuk menganalisis keseimbangan lintasan produksi. Hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi lintasan serta penurunan *idle time* secara signifikan. Studi ini menegaskan bahwa integrasi metode *heuristic* dan simulasi mampu memberikan solusi yang lebih optimal dalam sistem produksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Kumar, 2017) dengan judul “*A new heuristic method RPW and genetic algorithm techniques*”. Penelitian ini mengembangkan metode *hybrid* antara RPW dan *Genetic Algorithm* (GA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* mampu meningkatkan efisiensi lintasan dan mengurangi jumlah stasiun kerja dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini menekankan pentingnya integrasi metode optimasi modern, sehingga menghambat kelancaran aliran produksi secara keseluruhan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Asriadi, 2023) yang berjudul “*Analisis Line Balancing Pada Produksi Roti Menggunakan Metode Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule Dan Region Approach*”. Penelitian ini melakukan analisis *line balancing* dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), *Largest Candidate Rule* (LCR) dan *Region Approach* (RA). Data diperoleh dari hasil pengukuran langsung tiap operasi pengerjaan produksi roti sobek. Hasil analisis dengan metode RPW diperoleh tingkat *line efficiency* sebesar 74,76%, *balance delay* sebesar 25,24% dan nilai *smoothing index* sebesar 232,36 detik, metode LCR diperoleh tingkat *line efficiency* sebesar 74,76%, *balance delay* sebesar 25,24% dan nilai *smoothing index* sebesar 232,36 detik dan metode RA diperoleh tingkat *line efficiency* sebesar 74,76%, *balance delay* sebesar 25,24% dan nilai *smoothing index* sebesar 232,36 detik. Metode *region approach* lebih direkomendasikan karena metode ini masih dapat dimaksimalkan dengan mengatur *layout* (tata letak) lini produksi, sehingga waktu kelonggaran dapat diminimalkan.

Adapun ringkasan hasil kajian dari beberapa penelitian terdahulu tersebut dapat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel II.1 Tinjauan Pustaka

No	Peneliti (Tahun)	Objek Penelitian	Metode	Permasalahan	Hasil Penelitian
1	Asriadi (2023)	Industri makanan (<i>Cake & Bakery</i>)	RPW, LCR, RA	Ketidakseimbangan beban kerja, <i>idle time</i> , dan rendahnya efisiensi lintasan	Distribusi beban kerja lebih merata, efisiensi lintasan meningkat, <i>idle time</i> menurun.
2	Ahmad (2023)	UMKM	RPW, LCR, RA	Terjadinya <i>bottleneck</i> dan ketidakseimbangan lintasan produksi	Pembagian workstation lebih optimal dan kelancaran aliran produksi meningkat.
3	Ersa (2017)	Industri manufaktur	RPW, LCR, RA	Ketidakseimbangan lintasan yang menyebabkan waktu mengganggu tinggi	Efisiensi lintasan meningkat dan <i>balance delay</i> menurun.
4	Afifudin (2019)	UMKM	<i>Ranked Position Weight</i> (RPW)	Beban kerja antarstasiun tidak merata	Pembagian elemen kerja menjadi lebih seimbang dan produktivitas meningkat.
5	Ismail et al. (2022)	Industri manufaktur (Asphalt Mixing Plan)	<i>Line Balancing</i>	Efisiensi produksi rendah akibat pembagian kerja yang tidak optima	Keseimbangan lintasan meningkat dan waktu proses lebih efektif.
6	Ivan et al. (2022)	Industri manufaktur	<i>Region Approach</i> (RA)	Terjadi <i>idle time</i> dan penumpukan pekerjaan pada beberapa stasiun	Beban kerja lebih merata dan waktu mengganggu berkurang.
7	Hasta (2018)	Industri manufaktur (<i>fly wheel</i>)	<i>Line Balancing</i> , <i>Yamazumi Chart</i>	Ketidakseimbangan beban kerja operator	Distribusi pekerjaan menjadi lebih merata dan produktivitas meningkat. Distribusi pekerjaan

					menjadi lebih merata dan produktivitas meningkat.
8	Kharuddin et al. (2020)	Industri manufaktur	<i>Ranked Positional Weight</i> (RPW)	Rendahnya efisiensi lintasan dan tingginya <i>balance delay</i>	Efisiensi lintasan meningkat dan <i>balance delay</i> menurun.
9	Kumar et al. (2017)	Industri manufaktur	RPW dan <i>Genetic Algorithm</i> (GA)	Pembagian workstation belum optimal	Jumlah workstation lebih optimal dan efisiensi produksi meningkat.
10	Bakar et al. (2019)	Industri manufaktur	RPW, LCR, RA	Ketidakseimbangan lintasan, <i>idle time</i> , dan <i>bottleneck</i>	Beban kerja lebih seimbang, <i>idle time</i> berkurang, dan efisiensi lintasan meningkat

Berdasarkan Tabel II.1, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu menunjukkan penerapan metode *line balancing*, khususnya metode heuristik, efektif dalam meningkatkan kinerja sistem produksi. Metode ini mampu menyeimbangkan beban kerja antarstasiun, mengurangi *idle time* dan *bottleneck*, meningkatkan *line efficiency*, serta menurunkan *balance delay*. Selain itu, pembagian kerja yang lebih optimal juga mendukung peningkatan produktivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya. Oleh karena itu, metode *line balancing* layak dijadikan dasar dalam penelitian ini untuk meningkatkan keseimbangan lintasan pada *assembly line* SE-085.

Tabel II.2 *Research Gap* Penelitian

Aspek	Penelitian Terdahulu	Penelitian ini
Objek Penelitian	Dilakukan pada berbagai industri manufaktur, seperti industri roti, sepatu, percetakan, dan manufaktur umum.	Dilakukan pada Assembly Line SE-085 PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung yang bergerak di bidang <i>wire harness</i> otomotif.
Permasalahan	Umumnya membahas ketidakseimbangan lintasan yang menyebabkan <i>idle time</i> , <i>bottleneck</i> , rendahnya <i>line efficiency</i> , dan tingginya <i>balance delay</i> .	Berfokus pada ketidakseimbangan beban kerja pada Assembly Line SE-085 yang menyebabkan <i>idle time</i> , <i>bottleneck</i> , dan distribusi pekerjaan yang belum merata.
Metode	Menggunakan berbagai metode <i>line balancing</i> , seperti RPW, Largest Candidate Rule (LCR), Region Approach (RA), Genetic Algorithm (GA), dan Yamazumi Chart.	Menggunakan metode Ranked Positional Weight (RPW) sebagai metode utama untuk memperoleh pembagian <i>workstation</i> yang lebih optimal.
Fokus Analisis	Berfokus pada peningkatan <i>Line Efficiency</i> , penurunan <i>Balance Delay</i> , pengurangan <i>idle time</i> , atau optimasi jumlah <i>workstation</i> .	Berfokus pada evaluasi keseimbangan lintasan melalui pembagian elemen kerja yang lebih merata serta analisis <i>Line Efficiency</i> , <i>Balance Delay</i> , dan <i>Smoothness Index</i> .
Kontribusi Penelitian	Menunjukkan bahwa metode <i>line balancing</i> efektif dalam meningkatkan efisiensi lintasan pada berbagai jenis industri.	Memberikan usulan pembagian <i>workstation</i> yang lebih seimbang pada Assembly Line SE-085 sehingga dapat mengurangi

		<i>idle time</i> dan <i>bottleneck</i> , meningkatkan kelancaran aliran produksi, serta meningkatkan efisiensi lintasan.
Kebaruan (Novelty)	Belum ditemukan penelitian yang menerapkan metode RPW pada Assembly Line SE-085 PT. Chakra Tunggal Elektrindo Bandung.	Menerapkan metode RPW pada objek penelitian yang berbeda dengan mempertimbangkan karakteristik proses perakitan <i>wire harness</i> sehingga menghasilkan usulan keseimbangan lintasan yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

Berdasarkan penelitian terdahulu, metode RPW telah banyak digunakan pada berbagai sektor industri dan terbukti mampu meningkatkan efisiensi lintasan produksi. Namun, belum ditemukan penelitian yang menerapkan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) pada *Assembly Line* SE-085. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis keseimbangan lintasan pada *Assembly Line* SE-085 guna memperoleh pengaturan stasiun kerja yang lebih optimal serta meningkatkan efisiensi lintasan produksi.

II.2 Landasan Teori

II.2.1 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari berbagai elemen yang saling berinteraksi untuk mengubah input menjadi output berupa barang atau jasa. Input dalam sistem produksi meliputi bahan baku, tenaga kerja, mesin, energi, dan informasi, sedangkan output berupa produk jadi yang memiliki nilai tambah.

Sistem produksi mencakup seluruh aktivitas yang berkaitan dengan proses penciptaan nilai tambah terhadap suatu produk. Dengan demikian, sistem produksi

dapat diartikan sebagai suatu mekanisme yang mengintegrasikan berbagai sumber daya untuk menghasilkan produk secara efektif dan efisien (Slack, 2016).

1. Komponen Sistem Produksi

Sistem produksi terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- a. *Input*: bahan baku, tenaga kerja, mesin, energy
- b. *Proses*: kegiatan transformasi (pengolahan/*assembly*)
- c. *Output*: produk jadi atau jasa
- d. *Kontrol*: pengendalian kualitas dan proses
- e. *Feedback*: evaluasi untuk perbaikan sistem

Suatu sistem terdiri dari elemen-elemen yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam konteks produksi, elemen tersebut harus terintegrasi agar proses berjalan optimal.

2. Jenis Sistem Produksi

Secara umum, sistem produksi dibagi menjadi beberapa jenis:

- a. *Make to Stock* (MTS)

Produksi dilakukan untuk persediaan sebelum ada pesanan

- b. *Make to Order* (MTO)

Produksi dilakukan berdasarkan pesanan pelanggan

- c. *Assembly Line* (Lini Perakitan)

Produksi dilakukan secara berurutan melalui stasiun kerja

Sistem produksi dapat diklasifikasikan berdasarkan pola permintaan dan aliran proses produksi, seperti *make to stock* dan *make to order*.

3. Tujuan Sistem Produksi

Tujuan utama sistem produksi adalah:

- a. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya
- b. Menghasilkan produk berkualitas
- c. Memenuhi permintaan tepat waktu
- d. Menekan biaya produksi

Manajemen produksi bertujuan untuk mengoptimalkan proses produksi agar menghasilkan output maksimal dengan input minimal.

4. Sistem Produksi dalam Industri Manufaktur

Dalam industri manufaktur, sistem produksi biasanya menggunakan pendekatan lini produksi (*assembly line*), dimana produk dirakit secara bertahap pada beberapa stasiun kerja. Sistem ini menuntut keseimbangan beban kerja agar tidak terjadi penumpukan atau waktu menganggur.

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem produksi merupakan suatu sistem terintegrasi yang mengubah input menjadi output melalui proses tertentu dengan tujuan mencapai efisiensi dan efektivitas. Dalam praktiknya, keberhasilan sistem produksi sangat dipengaruhi oleh pengelolaan aliran proses, keseimbangan beban kerja, serta optimalisasi sumber daya yang digunakan.

II.2.2 *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing merupakan suatu konsep yang pertamakali dikembangkan oleh perusahaan Toyota yang saat ini telah banyak digunakan di berbagai sector baik itu manufaktur, administrasi, *engineering*, hingga manajemen proyek. Konsep ini digunakan untuk meningkatkan efiseiensi, memperlancar aliran proses dan meningkatkan daya saing perusahaan. Penerapan lean berfokus pada pengurangan *lead time* dan peningkatan output dengan cara menghilangkan berbagai bentuk pemborosan yang terjadi dalam proses produksi (Lestari, 2019)

Konsep *lean* juga dapat diartikan sebagai suatu pendekatan untuk menyederhanakan proses dengan berfokus pada efisiesnsi tanpa mengurangi efektivitas. Dengan penerapan *lean*, diharapkan perusahaan mampu meningkatkan output produksinya, menurunkan biaya dan memperpendek waktu prosesnya.

Menurut (Gasperz, 2007), lean adalah suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi serta menghilangkan pemborosan atau kegiatan yang tidak memberi nilai tambah melalui upaya perbaikan berkelanjutan.

Pada penerapannya, *lean* memiliki 5 prinsip utama untuk mengeliminasi pemborosan (Hines, 2020), yaitu:

1. *Specify Value*

Memilih nilai suatu produk atau proses berdasarkan sudut pandang pelanggan, sehingga dapat diketahui aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan yang tidak.

2. *Identify Value Stream*

Mengidentifikasi seluruh tahapan yang terlibat dalam proses perancangan, pemesanan, sampai produksi melalui pemetaan value stream. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui aliran proses secara menyeluruh dan mengidentifikasi kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*), sehingga bisa dilakukan eliminasi pemborosan.

3. *Flow*

Membentuk aliran proses yang berjalan secara lancar dan berkesinambungan tanpa hambatan. Setiap kegiatan yang memberikan nilai tambah harus mengalir tanpa gangguan seperti cacat produk, waktu tunggu, juga penumpukan material yang bisa menghambat kelancaran produksi.

4. *Pull System*

Menerapkan sistem produksi sesuai kebutuhan pelanggan (*customer demand*), sehingga produksi hanya dilakukan ketika ada permintaan. Hal ini bertujuan untuk menghindari overproduction dan mengurangi persediaan berlebih (*inventory*).

5. *Perfection*

Melakukan perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mencapai kondisi proses yang semakin optimal, dengan tujuan menghilangkan pemborosan secara menyeluruh.

II.2.3 *Line Balancing*

Line balancing adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengatur serta mendistribusikan beban kerja ke pada setiap stasiun kerja di suatu lini produksi, sehingga waktu pengerjaan pada masing-masing stasiun menjadi seimbang. Tujuan utama dari line balancing adalah untuk memastikan bahwa setiap stasiun kerja memiliki beban kerja yang relative sama, sehingga tidak terjadi penumpukan pekerjaan pada satu stasiun (*bottleneck*) maupun waktu menganggur (*idle time*) pada stasiun lainnya.

Dalam sistem produksi berbasis lini, ketidakseimbangan beban kerja seringkali mengakibatkan terjadinya inefisiensi, seperti waktu tunggu antar proses, penumpukan *work in process* (WIP), dan rendahnya tingkat utilisasi tenaga kerja serta mesin. Oleh sebab itu, penerapan line balancing menjadi penting untuk membentuk aliran produksi yang lebih stabil dan efisien.

Proses *line balancing* dilakukan dengan mengacu pada data waktu standar yang diperoleh dari hasil *time study*. Setiap elemen kerja dianalisis serta kemudian dialokasikan ke pada stasiun kerja sesuai urutan proses dan keterbatasan waktu, umumnya dengan mempertimbangkan nilai *takt time* sebagai acuan. Dengan demikian, setiap stasiun kerja diharapkan mempunyai waktu siklus (*cycle time*) yang mendekati atau tidak melebihi *takt time*. Secara umum, tujuan dari *line balancing* mencakup:

1. Mengurangi waktu menganggur (*idle time*) di stasiun kerja
2. Menghindari terjadinya bottleneck dalam proses produksi
3. Meningkatkan efisiensi serta produktivitas lini produksi
4. Meminimalkan penumpukan WIP
5. Mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dan mesin

Langkah Umum Metode *line balancing*

Secara umum, langkah-langkah *line balancing* adalah:

1. Menentukan elemen kerja
2. Mengukur waktu setiap elemen kerja
3. Menentukan *precedence diagram*
4. Menentukan *cycle time*
5. Mengalokasikan elemen kerja ke stasiun kerja
6. Menghitung efisiensi lintasan

Kelebihan Metode *line balancing*

1. Meningkatkan efisiensi produksi
2. Mengurangi pemborosan waktu
3. Mempermudah pengaturan tenaga kerja
4. Mudah diterapkan (terutama metode *heuristik*)

Keterbatasan Metode *line balancing*

1. Tidak selalu menghasilkan solusi optimal (*heuristik*)
2. Bergantung pada akurasi data waktu kerja
3. Kurang fleksibel pada sistem dinamis

Menggunakan penerapan *line balancing* yang optimal, aliran produksi akan menjadi lebih lancar, waktu tunggu antar proses dapat diminimalkan, serta kapasitas produksi dapat dimanfaatkan secara maksimal. Hal ini pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan produktivitas dan efisiensi sistem produksi secara keseluruhan.

II.2.4 *Precedence Diagram*

Precedence diagram (diagram precedensi) merupakan suatu representasi grafis yang menunjukkan urutan dan hubungan ketergantungan antar elemen kerja dalam suatu proses produksi, khususnya pada lini perakitan (*assembly line*). Diagram ini digunakan untuk menggambarkan pekerjaan mana yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lainnya dapat dimulai.

Menurut (Salveson, 1955), *precedence diagram* atau *precedence graph* digunakan untuk menggambarkan hubungan urutan pekerjaan dalam permasalahan keseimbangan lintasan produksi. Selain itu, (Hoffmann, 1963) menyatakan bahwa *precedence diagram* merupakan dasar dalam penyusunan model *line balancing* karena menunjukkan keterkaitan antar aktivitas kerja. Dengan demikian, *precedence diagram* dapat diartikan sebagai alat bantu visual untuk menentukan urutan pekerjaan yang sesuai dengan batasan teknis dalam proses produksi.

1. Fungsi *precedence diagram*

Precedence diagram memiliki beberapa fungsi penting dalam *line balancing*, yaitu:

- a. Menentukan urutan kerja yang harus diikuti
- b. Mengidentifikasi hubungan ketergantungan antar tugas
- c. Menjadi dasar dalam pembentukan stasiun kerja
- d. Membantu dalam pengalokasian elemen kerja ke setiap stasiun

2. Karakteristik *precedence diagram*

Beberapa karakteristik utama dari *precedence diagram* antara lain:

- a. Terdiri dari *node* (simpul) yang mewakili elemen kerja
- b. Terdapat panah (*arrow*) yang menunjukkan urutan pekerjaan
- c. Tidak boleh ada siklus (*loop*) dalam diagram
- d. Menunjukkan hubungan *precedence constraint* (ketergantungan kerja)

Precedence diagram menggambarkan hubungan keterkaitan antar tugas yang harus dipenuhi sebelum dilakukan proses penyeimbangan lintasan.

3. Peran *Precedence Diagram* dalam *Line Balancing*

Dalam permasalahan *line balancing*, *precedence diagram* berperan sebagai:

- a. Dasar penyusunan urutan elemen kerja
- b. Acuan dalam metode *heuristik* seperti RPW
- c. Alat untuk memastikan bahwa pembagian kerja tidak melanggar urutan proses.

4. Langkah Penyusunan *precedence diagram*

Secara umum, langkah-langkah dalam membuat *precedence diagram* adalah:

- a. Mengidentifikasi seluruh elemen kerja
- b. Menentukan waktu setiap elemen kerja
- c. Menentukan hubungan ketergantungan antar elemen
- d. Menggambarkan dalam bentuk diagram jaringan

Precedence diagram merupakan alat penting dalam analisis *line balancing* yang digunakan untuk menggambarkan hubungan urutan kerja antar elemen produksi. Keberadaan diagram ini sangat krusial karena menjadi dasar dalam penentuan pembagian kerja dan pengelompokan stasiun kerja. Dengan penyusunan *precedence diagram* yang tepat, proses penyeimbangan lintasan dapat dilakukan secara lebih sistematis dan menghasilkan efisiensi produksi yang optimal.

II.2.5 *Work Measurement*

Work measurement atau pengukuran kerja merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan metode kerja tertentu pada kondisi normal. Pengukuran kerja bertujuan untuk memperoleh waktu standar yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan produksi, penentuan kapasitas, dan evaluasi efisiensi kerja.

Menurut (Niebel, 2009), *work measurement* merupakan teknik untuk menentukan waktu yang dibutuhkan operator terlatih dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan metode kerja tertentu pada tingkat performansi normal.

Tahapan pengukuran kerja umumnya meliputi:

1. Pengamatan elemen kerja,
2. Pengukuran waktu kerja,
3. Penentuan *performance rating*,
4. Perhitungan waktu normal,
5. Penentuan *allowance*,
6. Perhitungan waktu standar.

II.2.6 Time Study

Time study merupakan suatu metode pengukuran kerja yang dipergunakan untuk menentukan waktu yang diperlukan oleh seseorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan menggunakan metode kerja tertentu dan dalam kondisi kerja yang normal. Metode ini bertujuan untuk memperoleh waktu baku yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan, pengendalian, serta penilaian kinerja sistem produksi.

Secara umum tujuan utama dari *time study* adalah untuk mengetahui waktu yang diperlukan dalam setiap elemen kerja, sehingga dapat digunakan untuk memutuskan standar waktu kerja yang optimal. Waktu standar ini sangat penting dalam berbagai aspek, seperti penentuan kapasitas produksi, perencanaan jumlah tenaga kerja, penyusunan jadwal produksi, dan menjadi dasar dalam analisis efisiensi dan produktivitas.

Proses pelaksanaan *time study* dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengamatan langsung terhadap kegiatan kerja, pencatatan waktu siklus menggunakan alat ukur seperti stopwatch, dan pembagian pekerjaan ke dalam elemen-elemen kerja yang lebih kecil supaya pengukuran lebih akurat. Selanjutnya, dilakukan penyesuaian terhadap waktu pengamatan memakai faktor penilaian (*rating factor*) untuk menyesuaikan tingkat kinerja operator terhadap kondisi kerja normal. Waktu normal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Wn = \bar{X} \times PR \quad (2.1)$$

Atau

$$Wn = W_t \times PR \quad (2.2)$$

Keterangan:

Wn = Waktu Normal

$\bar{X}$ atau W_t = Waktu pengamatan rata rata

PR = *Performance rating*

Sesudahnya diperoleh waktu normal, langkah berikutnya adalah menambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) yang mencakup kebutuhan langsung, kelelahan, dan keterlambatan yang tidak bisa dihindari. Dengan demikian, waktu standar dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Wb = \frac{Wn}{1 - A} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Wb = Waktu Standar

Wn = Waktu Normal

A = *Allowance*

Hasil dari *time study* berupa waktu standar ini memiliki peran yang sangat penting pada perancangan sistem produksi, khususnya dalam analisis line balancing, penentuan jumlah operator, dan identifikasi *bottleneck* dalam proses produksi. Dengan adanya data waktu yang akurat, perusahaan bisa meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan waktu dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

II.2.7 *Takt Time*

Takt time adalah salah satu konsep penting dalam *Lean Manufacturing* yang dipergunakan untuk menentukan ritme atau kecepatan produksi agar sesuai dengan permintaan pelanggan. *Takt time* didefinisikan sebagai waktu maksimum yang tersedia untuk menghasilkan satu unit produk sehingga perusahaan mampu memenuhi kebutuhan pasar secara tepat waktu tanpa terjadi kelebihan maupun kekurangan produksi.

Takt time berfungsi sebagai acuan utama dalam mengatur aliran produksi, khususnya pada menentukan kapasitas produksi, jumlah tenaga kerja, serta keseimbangan lini produksi. Dengan mengetahui nilai *takt time*, perusahaan dapat menyesuaikan kecepatan setiap proses agar selaras dengan kebutuhan pelanggan,

sehingga dapat meminimalkan pemborosan seperti *overproduction* dan *waiting time*.

Perhitungan *takt time* didasarkan pada perbandingan antara waktu kerja yang tersedia dengan jumlah permintaan pelanggan pada periode tertentu. Secara matematis, *takt time* bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Takt Time} = \text{Waktu Kerja Tersedia} / \text{Permintaan Pelanggan} \quad (2.4)$$

Waktu kerja tersedia adalah total waktu operasional yang dapat dipergunakan untuk produksi dalam satu periode, setelah dikurangi waktu istirahat, *setup*, serta downtime. Sedangkan permintaan pelanggan adalah jumlah produk yang harus dipenuhi dalam periode yang sama.

Pada implementasinya, *takt time* memiliki hubungan yang erat dengan *cycle time*. *Cycle time* adalah waktu aktual yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk pada suatu proses atau stasiun kerja. Dengan membandingkan antara *cycle time* serta *takt time*, perusahaan dapat mengevaluasi kinerja sistem produksi, yaitu:

1. Jika *cycle time* > *takt time*, maka proses tersebut menjadi *bottleneck* karena tidak bisa memenuhi permintaan.
2. Jika *cycle time* < *takt time*, maka terdapat potensi *idle time* atau ketidakefisienan.
3. Dan jika *cycle time* $\approx$ *takt time*, maka proses produksi berada dalam kondisi seimbang dan optimal.

Oleh sebab itu, *takt time* menjadi dasar penting dalam analisis *line balancing*, perancangan sistem produksi. Dengan penerapan *takt time* yang tepat, perusahaan bisa menaikkan efisiensi produksi, mengurangi pemborosan, serta memastikan bahwa *output* yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pelanggan secara berkelanjutan.

II.2.8 Metode *Line Balancing*

Metode *line balancing* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menyeimbangkan beban kerja pada setiap stasiun kerja dalam suatu lini produksi agar proses berjalan lebih efisien. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk

meminimalkan waktu menganggur (*idle time*), mengurangi *bottleneck*, serta meningkatkan efisiensi lintasan produksi.

Menurut (Boysen, 2007), *line balancing* adalah proses pengalokasian elemen kerja ke dalam beberapa stasiun kerja dengan tujuan mencapai keseimbangan waktu kerja pada setiap stasiun. Selain itu *line balancing* merupakan permasalahan optimasi yang bertujuan untuk mendistribusikan pekerjaan secara merata sesuai dengan batasan *precedence*. Dengan demikian, metode *line balancing* dapat diartikan sebagai pendekatan sistematis untuk mengoptimalkan distribusi pekerjaan dalam lini produksi. Adapun tujuan utama dari penerapan metode *line balancing* adalah:

- a. Meningkatkan efisiensi lintasan produksi
- b. Mengurangi waktu menganggur (*idle time*)
- c. Mengoptimalkan jumlah stasiun kerja
- d. Menghindari *bottleneck*
- e. Meningkatkan produktivitas

Metode *line balancing* merupakan pendekatan penting dalam sistem produksi yang bertujuan untuk menyeimbangkan beban kerja antar stasiun kerja. Metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi lintasan, mengurangi waktu menganggur, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Berbagai metode dapat digunakan, mulai dari *heuristik* seperti RPW dan LCR hingga metode *metaheuristik* untuk kasus yang lebih kompleks.

II.2.8.1 Largest Candidate Rule (LCR)

Largest Candidate Rule (LCR) merupakan metode *line balancing* yang dilakukan dengan mengurutkan elemen kerja berdasarkan waktu operasi terbesar ke terkecil. Elemen kerja dengan waktu terbesar diprioritaskan terlebih dahulu dalam pembentukan *workstation* selama masih memenuhi batas *cycle time* dan hubungan *precedence*.

Metode ini relatif sederhana dan mudah diterapkan, namun kurang mempertimbangkan hubungan antar elemen kerja secara menyeluruh sehingga hasil keseimbangan lintasan belum tentu optimal.

II.2.8.2 *Kilbridge and Wester*

Metode *Kilbridge and Wester* merupakan metode *line balancing* yang menggunakan pendekatan *precedence diagram* dalam bentuk *region* atau kolom. Elemen kerja dikelompokkan berdasarkan tingkat *precedence*, kemudian dialokasikan ke *workstation* sesuai urutan *region* dan batas *cycle time*.

Metode ini membantu mempermudah pembentukan *workstation* karena mempertimbangkan hubungan *precedence* secara sistematis. Namun demikian, hasil pembagian beban kerja masih dapat menghasilkan *idle time* yang cukup besar apabila distribusi waktu elemen kerja tidak merata.

II.2.8.3 *Ranked Positional Weight (RPW)*

Metode *Ranked Positional Weight (RPW)* merupakan metode *line balancing* yang dikembangkan oleh Helgeson and Birnie dengan mempertimbangkan bobot posisi setiap elemen kerja. Bobot posisi dihitung berdasarkan waktu elemen kerja ditambah seluruh waktu elemen kerja penerusnya.

Metode RPW digunakan untuk menentukan prioritas elemen kerja dalam pembentukan *workstation* sehingga distribusi beban kerja menjadi lebih merata dan *idle time* dapat diminimalkan.

$$PW_i = t_i + \sum t_{successor} \quad (2.5)$$

Keterangan:

PW_i = positional weight elemen kerja ke-i

t_i = waktu elemen kerja

$t_{successor}$ = waktu seluruh elemen kerja penerus

Langkah-langkah metode RPW meliputi:

1. Menentukan *precedence diagram*,
2. Menghitung *cycle time*,
3. Menghitung *positional weight*,
4. Mengurutkan elemen kerja berdasarkan *positional weight* terbesar,
5. Membentuk *workstation* berdasarkan *precedence* dan *cycle time*,
6. Menghitung efisiensi lintasan.

Metode RPW memiliki kelebihan dalam menghasilkan distribusi beban kerja yang lebih baik dibandingkan metode sederhana lainnya karena mempertimbangkan hubungan *precedence* dan pengaruh elemen kerja terhadap proses berikutnya.

II.2.9 Line Efficiency

Efisiensi lini (*line efficiency*) adalah salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur keberhasilan *line balancing*. Efisiensi ini bisa dihitung dengan membandingkan total waktu kerja semua elemen terhadap waktu yang tersedia pada semua stasiun kerja.

Nilai *line efficiency* yang tinggi menunjukkan bahwa lintasan produksi semakin seimbang dan *idle time* semakin kecil. Secara matematis, efisiensi lini bisa dinyatakan sebagai:

$$LE = \frac{\sum t}{N \times CT} \times 100\% \quad (2.6)$$

Keterangan:

LE = *line efficiency*

$\sum t$ = total waktu elemen kerja

N = jumlah *workstation*

CT = *cycle time*

Semakin tinggi nilai *line efficiency* maka semakin baik tingkat keseimbangan lintasan produksi.

II.2.10 Balanced Delay

Balance delay merupakan ukuran yang menunjukkan persentase waktu menganggur (*idle time*) pada lintasan produksi. Nilai *balance delay* digunakan untuk mengetahui seberapa besar ketidakseimbangan lintasan produksi.

$$D = \frac{(N \times CT) - \sum t}{N \times CT} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

D = *balance delay*

N = Jumlah Workstation

CT = *Cycle Time*

$\sum t$ = Jumlah waktu proses

Semakin kecil nilai *balance delay* menunjukkan persentase waktu tidak produktif dalam lini produksi. Semakin kecil nilai *balance delay*, maka semakin baik keseimbangan lini yang dicapai.

II.2.11 Smoothness Index

Smoothness index merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui tingkat pemerataan distribusi beban kerja antar *workstation*. Nilai *smoothness index* menunjukkan seberapa besar penyimpangan waktu kerja setiap *workstation* terhadap *cycle time*.

$$SI = \sqrt{\sum (CT - ST)^2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

SI = *smoothness index*

CT = *cycle time*

ST = waktu *workstation* ke- i

Semakin kecil nilai *smoothness index* maka distribusi beban kerja antar *workstation* semakin merata dan lintasan produksi semakin seimbang.

II.2.12 Uji Statistik Data

Uji statistik data merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengolah, menganalisis, dan menarik kesimpulan dari data penelitian agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Uji statistik bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Menurut (Ghozali, 2018), uji statistik adalah alat analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian. Selain itu, (Sugiyono, 2019) menyatakan bahwa analisis statistik digunakan untuk mengolah data agar dapat diinterpretasikan secara sistematis dan logis.

Dengan demikian, uji statistik data merupakan tahapan penting dalam penelitian untuk memastikan validitas dan keandalan data yang digunakan.

II.2.12.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data merupakan pengujian yang dilakukan untuk menentukan apakah jumlah data yang dikumpulkan telah mencukupi untuk mewakili kondisi sebenarnya. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian sudah memadai sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat dipercaya.

Menurut (Sutalaksana I. Z., 2006), uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui apakah jumlah pengamatan yang dilakukan sudah cukup atau masih perlu dilakukan penambahan data. Apabila jumlah data belum mencukupi, maka perlu dilakukan pengambilan data tambahan agar hasil penelitian lebih akurat. Secara umum, perhitungan uji kecukupan data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (2.9)$$

Keterangan:

N' = jumlah data yang dibutuhkan

k = tingkat kepercayaan

s = standar deviasi

$\bar{x}$ = rata-rata data

Jika $N' \leq N$, maka data dinyatakan cukup. Sebaliknya, jika $N' > N$, maka diperlukan penambahan data.

II.2.12.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berada dalam batas kendali yang dapat diterima atau tidak. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan tidak memiliki penyimpangan yang signifikan (outlier) sehingga layak digunakan dalam analisis.

Menurut (Sutalaksana I. Z., 2006), uji keseragaman data dilakukan dengan menggunakan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Data dikatakan seragam apabila seluruh data berada di dalam batas kendali tersebut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{x} + k.s \quad (2.10)$$

dan

$$BKb = \bar{x} - k.s \quad (2.11)$$

Keterangan:

$\bar{x}$ = rata-rata data

s = standar deviasi

k = konstanta (biasanya 2 atau 3)

Apabila terdapat data yang berada di luar batas kendali, maka data tersebut dianggap tidak seragam dan perlu dieliminasi.

Bab III Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga analisis hasil. Bagian ini bertujuan agar proses penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Dengan adanya metodologi penelitian, seluruh tahapan penelitian menjadi jelas, terarah, dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

III.1 Identifikasi Masalah

Pada bagian identifikasi masalah merupakan tahap interpretasi peneliti dalam menduga, memperkirakan serta menguraikan apa yang sedang menjadi persoalan dalam perusahaan. Identifikasi persoalan pada penelitian ini terdiri dari:

1. Survei Pendahuluan

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan pengamatan awal untuk mendapatkan gambaran dari kondisi sebenarnya yang akan diteliti. Hal ini akan sangat berguna bagi peneliti karena bisa memberikan gambaran yang jelas perihal obyek penelitiannya. Dari hasil survei pendahuluan ini peneliti dapat mengetahui permasalahan yang terjadi pada perusahaan tadi.

2. Studi Literatur

Studi literatur dipergunakan untuk menelaah teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber literatur berasal dari buku, jurnal, serta studi terhadap penelitian terdahulu dengan topik utama dalam penelitian ini yakni pengukuran persediaan yang optimal. Sumber literatur diperoleh dari perpustakaan, perusahaan, serta internet.

3. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yakni mengidentifikasi secara detail ruang lingkup permasalahan pada sistem yang akan diteliti. Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari penyebab timbulnya masalah dan kemudian mencari permasalahan yang terjadi.

4. Perumusan masalah

Setelah mengidentifikasi masalah dengan seksama, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan nantinya akan menunjukkan tujuan dari penelitian ini.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini ditujukan untuk menentukan batasan-batasan yang perlu dalam pengolahan dan analisis hasil pengukuran selanjutnya.

III.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap penting dalam penelitian untuk memperoleh informasi yang relevan dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian line balancing, data yang dikumpulkan umumnya berupa waktu proses tiap elemen kerja, urutan pekerjaan (*precedence*), serta kondisi aktual lini produksi.

Pengumpulan data pada penelitian line balancing dilakukan melalui observasi langsung pada proses produksi untuk mengetahui aliran kerja dan pembagian tugas pada setiap stasiun kerja. Selain itu, teknik pengukuran waktu kerja seperti stopwatch *time study* digunakan untuk memperoleh waktu siklus yang akurat pada setiap elemen kerja.

Metode pengumpulan data dalam *line balancing* meliputi observasi, visual motion study, dan pengukuran waktu kerja guna mendapatkan data yang valid dan representatif terhadap kondisi lapangan. Data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam perhitungan efisiensi lintasan produksi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa teknik pengumpulan data dalam penelitian line balancing umumnya terdiri dari:

1. Observasi langsung pada proses produksi
2. Pengukuran waktu kerja (*time study*)
3. Dokumentasi data perusahaan

Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk analisis keseimbangan lintasan guna meningkatkan efisiensi produksi.

III.3 Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan untuk mengubah data mentah yang diperoleh dari hasil pengumpulan data menjadi informasi yang dapat digunakan dalam analisis *line balancing*. Data yang diolah

meliputi waktu proses setiap elemen kerja, urutan pekerjaan (*precedence*), serta jumlah stasiun kerja pada lintasan produksi.

Tahap awal pengolahan data dilakukan dengan menghitung waktu siklus (*cycle time*) yang diperoleh berdasarkan waktu kerja efektif dan target produksi. *Cycle time* digunakan sebagai acuan dalam pembagian beban kerja pada setiap stasiun kerja. *Cycle time* merupakan waktu maksimum yang diperbolehkan pada setiap stasiun kerja agar target produksi dapat tercapai.

Kemudian dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data untuk mengetahui apakah data dapat digunakan dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan penyusunan *diagram precedence* untuk mengetahui urutan dan keterkaitan antar elemen kerja dalam proses produksi. Diagram ini menjadi dasar dalam penentuan pembagian tugas pada setiap stasiun kerja.

Tahap berikutnya adalah penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung bobot posisi (*positional weight*) setiap elemen kerja
2. Mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot terbesar
3. Mengalokasikan elemen kerja ke stasiun kerja sesuai *cycle time*
4. Menentukan jumlah stasiun kerja yang optimal

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Dalam proses pembentukan stasiun kerja, perhitungan dibantu menggunakan *software* QM for Windows untuk mempermudah pengalokasian elemen kerja berdasarkan *precedence* dan *cycle time* yang telah ditentukan.

III.4 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan secara menyeluruh terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan, berupa pembagian stasiun kerja diperoleh, dilakukan perhitungan efisiensi lintasan (*line efficiency*) dan *balance delay* untuk mengevaluasi kinerja lintasan produksi. Efisiensi lintasan menunjukkan tingkat pemanfaatan waktu kerja, sedangkan *balance delay* menunjukkan waktu menganggur yang terjadi pada lintasan produksi. Kemudian membandingkan kondisi awal dengan kondisi usulan yang dihitung menggunakan

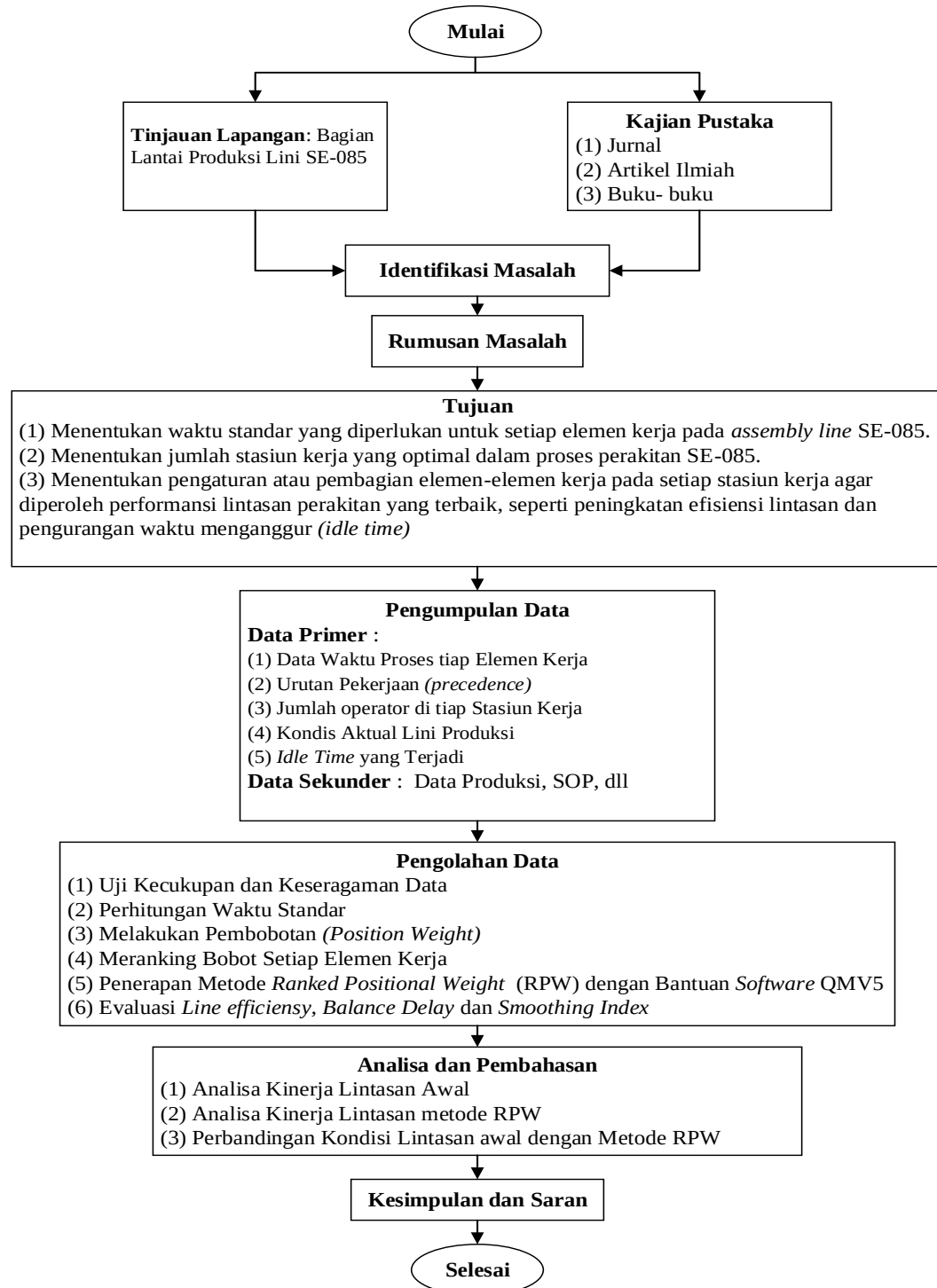
3 metode untuk mengetahui peningkatan efisiensi terbaik yang dihasilkan dari penerapan *metode line balancing*.

III.5 Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir penelitian ini adalah penarikan kesimpulan atas keseluruhan hasil yang diperoleh dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Penarikan kesimpulan ini merupakan jawaban dari permasalahan yang ada. Selain itu juga akan diberikan saran sebagai masukan yang positif berkaitan dengan hasil penelitian.

III.6 Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini menggambarkan tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan, dimulai dari identifikasi masalah pada bagian produksi, pengumpulan data, pengolahan data menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), hingga analisis hasil dan penarikan kesimpulan serta saran. Diagram alir penelitian bertujuan untuk memberikan gambaran secara sistematis mengenai proses penelitian yang dilakukan. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar III.1.



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini disajikan data-data yang diperoleh dari hasil observasi di lapangan serta proses pengolahan data menggunakan metode yang telah ditentukan. Hasil pengolahan data tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis dan pembahasan penelitian.

IV.1 Gambaran Umum Proses Produksi

Pengumpulan data beserta Gambaran Umum perusahaan pada penelitian dengan studi kasus di PT. CTE Bandung antara lain sebagai berikut:

IV.1.1 PT. Chakra Tunggal Elektrindo

PT. Chakra Tunggal Elektrindo merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang Subkontraktor *electronic Part and otomotif Cable assembly*. PT. Chakra Tunggal Elektrindo menawarkan kerjasama dengan berbagai perusahaan dalam pengelolaan sebagian pekerjaan dan pengelolaan tenaga kerja dari perusahaan rekanan. Berawal dari menjalankan supply tenaga kerja secara lepas dari tahun 2005, yang kemudian resmi didirikan pada 13 Maret 2013 dengan tujuan untuk menjawab peluang dan tantangan yang ada dalam industri manufaktur. PT. Chakra Tunggal Elektrindo memiliki motto perusahaan yaitu “*Customer Satisfaction is our priority*” atau “Kepercayaan Konsumen adalah yang utama”.

Pertama Beroperasi di Bandung, tahun 2012 dengan Bendera CV Bakat Perdana Mandiri. Pendirian PT Chakra Tunggal Elektrindo dibuat oleh Notaris Akimora.SH.M.Not dengan Akte No AHU-09065.AH.01.01 Tahun 2014 Tertanggal 3 Maret 2014 bekedudukan di Subang.

PT. CTE terus berusaha menjadi perusahaan jasa terpercaya dengan layanan terbaik dalam memberikan harga yang kompetitif, memberikan pelayanan pada *Customer* dalam mengembangkan usaha dengan biaya yang lebih realistis dengan memperhatikan produktivitas karyawan, memberikan pelayanan prima kepada perusahaan rekanan/*customer* dalam mengembangkan produk yang berkualitas dan layanan karyawan yang bertanggungjawab dan memberikan kesempatan kerja kepada masyarakat disekitar pabrik dengan konsep pemberdayaan masyarakat. Sampai saat ini PT. Charak Tunggal Elektrindo sudah memilki 2 perusahaan yang

terletak di Bandung yang berlokasi di Kmp. Babakan Cianjur No 18 RT 04 RW 10 Desa Gadobangkong Ngamprah, Bandung Barat. Dan di Subang yang berlokasi di Kmp. Krajan No 41 RT 03 RW 01 Desa Cicadas Kecamatan Binong, Kabupaten Subang, Jawa Barat.



Gambar IV.1 Logo PT. Chakra Tunggal Elektrindo

IV.1.2 *Assembly line* SE-085

Assembly line SE-085 merupakan salah satu lini produksi yang digunakan dalam proses perakitan *electronic part* dan *automotive cable assembly* pada PT. Chakra Tunggal Elektrindo. Proses produksi pada lini ini dilakukan secara berurutan mulai dari pemasangan komponen kecil hingga tahap pemeriksaan akhir. Produk yang dihasilkan berupa rangkaian kabel dan komponen elektronik yang digunakan untuk kebutuhan industri otomotif.



Gambar IV.2 *Wiring Harness* SE-085 PT. Chakra Tunggal Elektrindo

Pada *assembly line* SE-085, proses produksi masih menggunakan sistem *manual assembly*, dimana operator melakukan proses perakitan sesuai urutan kerja yang telah ditentukan perusahaan. Setiap operator bertanggung jawab terhadap elemen kerja tertentu dengan waktu proses yang berbeda-beda. Perbedaan waktu proses antar stasiun kerja dapat menyebabkan ketidakseimbangan lintasan produksi

(*line imbalance*) sehingga muncul *bottleneck*, penumpukan pekerjaan, maupun *idle time* pada beberapa stasiun kerja.

Adapun proses perakitan kabel dan komponen pada *assembly line* SE-085 terdiri dari beberapa elemen kerja sebagai berikut:

1. *Insert Balf*

Proses *insert balf* merupakan proses pemasangan komponen *balf* (Pengunci kabel) ke dalam bagian *housing* sesuai titik pemasangan yang telah ditentukan. Proses *insert balf* adalah proses memasang terminal lock/pengunci kecil ke konektor *housing* agar terminal kabel tidak mudah lepas Operator memastikan posisi komponen terpasang secara presisi dan terkunci dengan baik agar tidak terjadi kelonggaran maupun kesalahan pemasangan yang dapat memengaruhi kualitas produk pada proses berikutnya. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 7.5 detik.

2. *Tapping Joint*

Proses *tapping joint* merupakan proses pelilitan isolasi atau solatip pada bagian sambungan kabel (*joint*) pada *wiring harness*, seperti *joint green* dan *joint blue*. Sambungan kabel ini perlu dilindungi agar tidak mudah terbuka, terkelupas, atau mengalami gangguan arus listrik. Selain berfungsi sebagai pelindung, proses ini juga bertujuan menjaga susunan kabel tetap rapi sehingga memudahkan pemasangan pada kendaraan atau perangkat elektronik. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 12.5 detik.

3. Pasang *Ring*

Proses pemasangan *ring* dilakukan dengan memasang komponen berbentuk cincin atau pengikat pada bagian tertentu dari *wiring harness*. Komponen ini berfungsi sebagai penahan atau pengunci agar posisi kabel dan komponen tetap stabil selama proses perakitan maupun saat produk digunakan. Pemasangan *ring* yang tepat membantu mencegah kabel bergeser atau terlepas. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 11 detik.

4. Pasang *Tube* dan *Cover*

Proses ini merupakan pemasangan *tube* pelindung dan *cover* pada bagian kabel *wiring harness*. *Tube* berfungsi melindungi kabel dari gesekan, panas, maupun kerusakan fisik lainnya, sedangkan *cover* membantu menjaga susunan kabel tetap rapi dan aman. Tahapan ini penting untuk meningkatkan daya tahan dan kualitas produk. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 7.5 detik.

5. *Insert Connector 1*

Proses *insert connector 1* merupakan pemasangan konektor pertama pada ujung atau bagian tertentu dari *wiring harness*. Konektor berfungsi sebagai penghubung arus listrik antar komponen pada kendaraan atau perangkat elektronik. Pada proses ini operator harus memastikan posisi konektor sesuai arah pemasangan dan terkunci dengan kuat agar sambungan listrik dapat bekerja dengan baik. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 8 detik.

6. *Insert Connector 2*

Proses ini merupakan pemasangan konektor kedua pada jalur kabel *wiring harness*. Operator perlu memperhatikan posisi dan arah konektor agar tidak terjadi kesalahan pemasangan yang dapat menyebabkan gangguan koneksi listrik atau kerusakan sistem. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 10 detik.

7. *Insert Connector 3*

Proses pemasangan konektor ketiga dilakukan secara presisi sesuai standar kerja perusahaan. Tahapan ini bertujuan memastikan seluruh jalur kabel pada *wiring harness* dapat terhubung dengan baik sehingga aliran listrik dan sinyal dapat berjalan dengan stabil. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 8 detik.

8. *Tapping Kunci*

Proses *tapping kunci* merupakan pelilitan isolasi pada bagian pengunci (*lock*) konektor atau sambungan kabel. Tujuannya untuk memperkuat posisi pengunci agar tidak mudah bergeser atau terbuka saat digunakan. Selain itu, proses ini juga membantu menjaga keamanan sambungan kabel. Sesuai standar

operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 13.5 detik.

9. *Tapping Connector*

Proses ini dilakukan dengan melilitkan isolasi pada bagian konektor dan kabel di sekitarnya. Pelilitan isolasi bertujuan melindungi sambungan kabel dari debu, gesekan, maupun kerusakan luar lainnya sehingga koneksi listrik tetap aman dan stabil. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 60 detik.

10. Pemasangan *Clip*

Proses pemasangan *clip* dilakukan untuk mengikat dan menahan posisi kabel agar tetap rapi sesuai jalur yang telah ditentukan. Pada *wiring harness*, *clip* membantu menjaga susunan kabel agar tidak mudah bergerak, tertekuk, atau mengganggu komponen lain saat dipasang pada kendaraan atau perangkat elektronik. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 20 detik.

11. *Visual/QC (Quality Control)*

Proses *visual* atau *quality control* merupakan tahap pemeriksaan akhir terhadap hasil perakitan *wiring harness*. Pemeriksaan dilakukan secara visual untuk memastikan tidak terdapat cacat produk, kabel yang longgar, pemasangan komponen yang tidak sesuai, maupun susunan kabel yang kurang rapi. Tahap ini penting agar produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas perusahaan sebelum dikirim atau digunakan. Sesuai standar operasional perusahaan, proses ini memiliki rata-rata waktu proses sebesar 25 detik.

IV.2 Pengumpulan Data

Adapun data yang dikumpulkan untuk menganalisis keseimbangan *assembly line* SE-085 disini seperti data elemen kerja, waktu proses, precedence diagram, target produksi dan data waktu kerja efektif. Adapun penjelasan tentang data-data tersebut adalah sebagai berikut.

IV.2.1 Data Elemen Kerja

Data elemen kerja merupakan data yang berisi urutan aktivitas proses perakitan pada *assembly line* SE-085 yang digunakan sebagai dasar dalam analisis

keseimbangan lintasan produksi menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Elemen kerja diperoleh berdasarkan hasil observasi langsung pada proses produksi serta pengamatan terhadap alur kerja pada *assembly line*.

Setiap elemen kerja menggambarkan aktivitas yang dilakukan operator selama proses perakitan *electronic part* dan *automotive cable assembly* SE-085. Masing-masing elemen kerja memiliki urutan proses dan waktu pengerjaan yang berbeda-beda sesuai tingkat kesulitan dan jenis pekerjaan yang dilakukan. Data elemen kerja ini digunakan untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar proses (*precedence relationship*), menghitung waktu total produksi, menentukan *cycle time*, serta melakukan pengelompokan stasiun kerja pada proses *line balancing*.

Adapun elemen kerja pada lini *Assembly* SE-085 terdiri dari proses pemasangan komponen, proses tapping atau pelilitan isolasi, pemasangan connector, pemasangan clip, hingga proses pemeriksaan akhir (*Quality Control*). Data elemen kerja pada lini *Assembly* SE-085 dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel IV.1 Nama Elemen-elemen Kerja *assembly line* SE-085

No	Elemen Kerja
1	<i>Insert Balf</i>
2	<i>Tapping Joint</i>
3	Pasang Ring
4	Pasang Tube & Cover
5	<i>Insert Connector 1</i>
6	<i>Insert Connector 2</i>
7	<i>Insert Connector 3</i>
8	<i>Tapping Kunci</i>
9	<i>Tapping Connector</i>
10	Pasang Clip
11	<i>Quality Control</i>

IV.3 Pengolahan Data Waktu

Pengolahan data waktu dilakukan untuk memperoleh waktu standar yang digunakan sebagai dasar dalam analisis keseimbangan lintasan produksi. Data waktu diperoleh melalui pengamatan langsung pada setiap elemen kerja di lini

produksi. Pengukuran dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan data yang representatif dan menggambarkan kondisi kerja aktual operator.

Tahap pengolahan data waktu meliputi uji keseragaman data, uji kecukupan data, perhitungan waktu normal, dan perhitungan waktu standar. Hasil pengolahan data tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan metode *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk menentukan pembagian stasiun kerja yang lebih seimbang dan efisien.

IV.3.1.1 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan setiap elemen kerja pada proses produksi. Pengukuran dilakukan secara langsung menggunakan *stopwatch* pada masing-masing elemen kerja dengan beberapa kali pengamatan agar diperoleh data waktu yang representatif. Data hasil pengukuran tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pengolahan waktu kerja dan analisis keseimbangan lintasan produksi. Untuk tabel data hasil pengukuran waktu kerja di *assembly line* SE-085 dapat dilihat pada lampiran 1.

IV.3.1.2 Uji Keseragaman Data

Berdasarkan data waktu proses yang sudah diamati menggunakan 100 replikasi di PT. Chakra Tunggal Elektrindo, maka selanjutnya akan dilakukan uji keseragaman serta uji kecukupan data untuk menghasilkan data waktu siklus di masing-masing proses. Uji keseragaman dilakukan untuk mengetahui terdapat tidaknya data yang berada diluar batas kendali.

Pada tabel berikut merupakan contoh perhitungan uji keseragaman data untuk membuat waktu siklus pada proses *Insert Balf* dengan 100 replikasi waktu proses pengamatan. Sedangkan untuk perhitungan uji keseragaman, uji kecukupan, dan waktu siklus pada proses lainnya bisa dilihat pada lampiran 2.

Dari data pengukuran waktu kerja dapat dihitung nilai rata-rata, *standar deviasi*, BKA, dan BKB. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{9.8 + 6.51 + 8.93 + \dots + 9.54 + 6.62 + 9.94}{100} \\ &= \frac{747.94}{100} = 7.48 \text{ detik} \end{aligned}$$

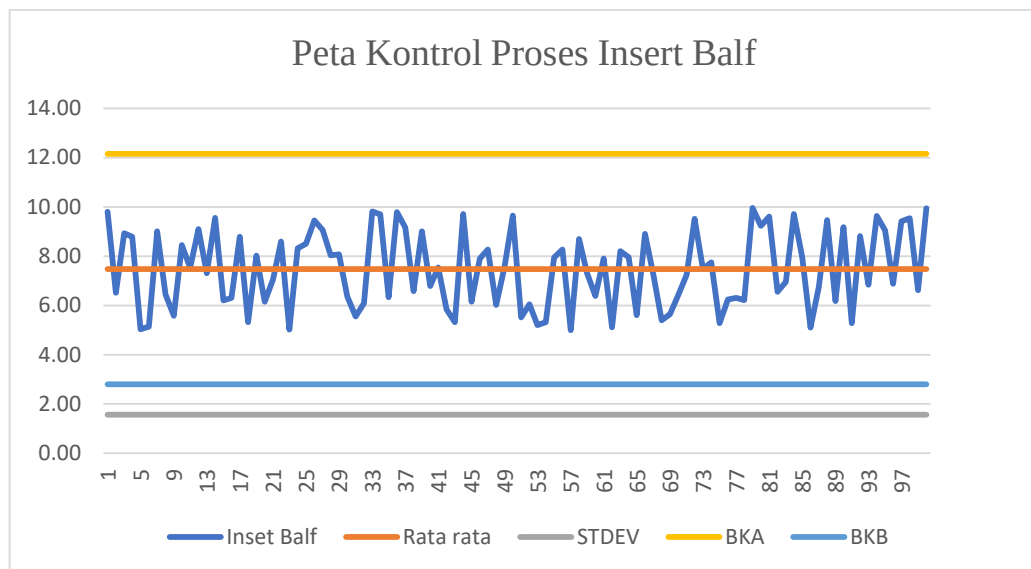
$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4.1) \\
 &= \sqrt{\frac{\sum (9.8 - 7.48)^2 + (6.51 - 7.48)^2 + \dots + (6.62 - 7.48)^2 + (9.94 - 7.48)^2}{100 - 1}} \\
 &= 1.56
 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 7.48 + 3(1.56) = 12.16$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 7.48 - 3(1.56) = 2.8$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar IV.3 Peta Kontrol proses *Insert balf*

Dari Gambar diatas kita dapat mengetahui bahwa semua data waktu proses untuk proses *Inset Balf* berada di dalam batas *control* BKA maupun BKB, sehingga dapat disimpulkan semua data tersebut seragam dan dapat digunakan untuk melakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang tersebut telah cukup mewakili kondisi sebenarnya.

IV.3.1.3 Uji Kecukupan Data

Setelah diketahui bahwa data yang akan digunakan sudah seragam, selanjutnya akan dilakukan uji kecukupan data untuk menghasilkan data waktu siklus di

masing-masing proses. Uji kecukupan dilakukan untuk mengetahui apakah data yang di peroleh telah representatif.

Adapun contoh perhitungan uji kecukupan data untuk proses *Inset Balf* adalah sebagai berikut:

Dengan $n = 2$, yang merupakan nilai tingkat kepercayaan (tingkat kepercayaan 95%). Serta $\alpha = 0.05$, yang merupakan tingkat toleransi kesalahan (hasil boleh meleset $\pm 5\%$ dari kondisi sebenarnya).

Tabel IV.2 Data Waktu Pengukuran Kerja *Inset Balf* (detik)

No	x	x ²	No	x	x ²	No	x	x ²	No	x	x ²
1	9.80	95.98	26	9.44	89.20	51	5.51	30.36	76	6.24	38.92
2	6.51	42.41	27	9.06	82.14	52	6.05	36.60	77	6.30	39.73
3	8.93	79.81	28	8.04	64.58	53	5.20	27.04	78	6.22	38.68
4	8.79	77.32	29	8.07	65.20	54	5.32	28.30	79	9.96	99.15
5	5.04	25.37	30	6.35	40.35	55	7.94	63.04	80	9.23	85.28
6	5.14	26.38	31	5.55	30.84	56	8.27	68.39	81	9.61	92.29
7	9.01	81.11	32	6.09	37.07	57	5.00	25.00	82	6.55	42.91
8	6.44	41.53	33	9.82	96.41	58	8.70	75.69	83	6.95	48.30
9	5.58	31.12	34	9.70	94.14	59	7.31	53.44	84	9.71	94.26
10	8.44	71.31	35	6.33	40.09	60	6.39	40.83	85	7.97	63.45
11	7.52	56.60	36	9.79	95.87	61	7.90	62.41	86	5.10	25.98
12	9.10	82.72	37	9.17	84.09	62	5.11	26.11	87	6.75	45.61
13	7.30	53.36	38	6.58	43.25	63	8.20	67.24	88	9.46	89.55
14	9.56	91.31	39	9.01	81.17	64	7.95	63.20	89	6.17	38.10
15	6.20	38.46	40	6.79	46.11	65	5.61	31.47	90	9.18	84.30
16	6.31	39.79	41	7.54	56.88	66	8.90	79.21	91	5.28	27.92
17	8.79	77.21	42	5.84	34.07	67	7.26	52.71	92	8.81	77.60
18	5.32	28.28	43	5.32	28.35	68	5.40	29.16	93	6.84	46.79
19	8.02	64.31	44	9.71	94.36	69	5.64	31.81	94	9.63	92.80
20	6.15	37.80	45	6.15	37.85	70	6.42	41.22	95	9.05	81.85
21	7.06	49.83	46	7.90	62.49	71	7.24	52.37	96	6.87	47.25
22	8.59	73.77	47	8.27	68.41	72	9.52	90.62	97	9.41	88.53
23	5.02	25.18	48	6.03	36.31	73	7.47	55.79	98	9.54	90.99
24	8.32	69.29	49	7.55	56.97	74	7.74	59.95	99	6.62	43.88
25	8.50	72.24	50	9.65	93.07	75	5.28	27.88	100	9.94	98.90
Total										747.94	5834.64

Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 5834.64 - 559411.51}}{747.94} \right]^2 = 68.79 \approx 69 \text{ data}$$

Karena $N' = 69 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Inset Balf* sudah memenuhi kecukupan data. Dengan cara yang sama akan dilakukan pengujian pada seluruh proses produksi SE-085 dengan replikasi yang sama sebanyak 100 kali. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel IV.3 Data Waktu Proses *Wiring Harness* SE-085

No	Proses	Rata-rata (detik)	Standar Deviasi	BKA	BKB	N'	N
1	<i>Insert Balf</i>	7.48	1.56	12.16	2.80	69	100
2	<i>Tapping Joint</i>	12.10	1.65	17.05	7.15	30	100
3	Pasang <i>Ring</i>	10.70	1.45	15.04	6.37	29	100
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	7.04	0.55	8.69	5.38	10	100
5	<i>Insert Connector 1</i>	7.07	0.99	10.06	4.09	32	100
6	<i>Insert Connector 2</i>	8.89	1.71	14.03	3.76	59	100
7	<i>Insert Connector 3</i>	8.03	1.57	12.75	3.31	61	100
8	<i>Tapping Kunci</i>	13.68	1.90	19.39	7.97	31	100
9	<i>Tapping Connector</i>	57.61	8.24	82.33	32.90	33	100
10	Pasang <i>Clip</i>	19.55	2.22	26.20	12.90	21	100
11	<i>Quality Control</i>	26.28	2.50	33.78	18.78	15	100

IV.3.1.4 Perhitungan Waktu Siklus

Setelah melakukan uji keseragaman data dan uji kecukupan data, selanjutnya menghitung waktu siklus dengan mengambil waktu rata-rata setiap proses. Adapun rekapitulasi waktu siklus untuk masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel IV.4 Waktu Siklus Proses *Wiring Harness* SE-085

No	Proses	Waktu Siklus (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	7.48
2	<i>Tapping Joint</i>	12.10
3	Pasang <i>Ring</i>	10.70
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	7.04
5	<i>Insert Connector 1</i>	7.07
6	<i>Insert Connector 2</i>	8.89
7	<i>Insert Connector 3</i>	8.03
8	<i>Tapping Kunci</i>	13.68
9	<i>Tapping Connector</i>	57.61
10	Pasang <i>Clip</i>	19.55
11	<i>Quality Control</i>	26.28

IV.3.1.5 Perhitungan Waktu Normal

Waktu Normal merupakan hasil dari waktu siklus yang dikalikan dengan *performance rating*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di PT. Chakra Tunggal Elektrindo, perhitungan *performance rating* diperlukan untuk

mendapatkan waktu normal pada proses yang melibatkan tenaga manual dari setiap pekerjaanya. Pada penelitian ini *performance rating* yang digunakan adalah 100% karena tidak dilakukan perubahan terhadap proses yang diamati sehingga waktu normal pada masing-masing prosesnya sama besarnya dengan waktu siklusnya. Berikut contoh perhitungan waktu normal menggunakan persamaan (2.1).

$$W_n = 7.48 \times 100\% = 7.48 \text{ detik}$$

Untuk rekapitulasi dari data waktu normal pada masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel IV.5 Waktu Normal Proses *Wiring Harness* SE-085

No	Proses	Waktu Normal (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	7.48
2	<i>Tapping Joint</i>	12.10
3	Pasang <i>Ring</i>	10.70
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	7.04
5	<i>Insert Connector 1</i>	7.07
6	<i>Insert Connector 2</i>	8.89
7	<i>Insert Connector 3</i>	8.03
8	<i>Tapping Kunci</i>	13.68
9	<i>Tapping Connector</i>	57.61
10	Pasang <i>Clip</i>	19.55
11	<i>Quality Control</i>	26.28

IV.3.1.6 Perhitungan Waktu Standar

Setelah diperoleh waktu siklus dan waktu normal, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu standar (waktu baku) untuk setiap proses. Waktu standar dihitung dengan mempertimbangkan faktor *allowance*, yaitu kelonggaran yang diberikan untuk mengakomodasi kebutuhan istirahat, kelelahan operator, serta hambatan yang tidak dapat dihindari selama proses produksi.

Persentase *allowance* ditentukan berdasarkan karakteristik pekerjaan yang bersifat repetitif dengan waktu siklus relatif singkat serta dilakukan secara terus-menerus selama jam kerja. *Allowance* pada penelitian ini ditetapkan lebih tinggi dibandingkan pekerjaan otomatis karena proses *assembly wiring harness* masih didominasi oleh aktivitas manual dan dilakukan secara repetitif oleh operator.

Selain itu, proses kerja melibatkan aktivitas handling komponen, ketelitian visual yang cukup tinggi, serta dilakukan dalam durasi kerja yang panjang sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan kerja (*fatigue*). Berdasarkan literatur pengukuran kerja, *allowance* untuk kondisi tersebut berada pada rentang 15%–20%. Oleh karena itu, penggunaan *allowance* rendah seperti 5%–10% dinilai kurang mampu merepresentasikan kondisi kerja aktual pada lini *assembly*. Dengan mempertimbangkan karakteristik pekerjaan tersebut, *allowance* sebesar 18% dipilih karena dianggap lebih sesuai dengan kondisi operator selama proses produksi berlangsung dan paling dapat merepresentasikan kondisi aktual di lapangan berdasarkan hasil observasi. Perhitungan waktu standar menggunakan persamaan (2.3).

$$Wb = \frac{7.48}{1 - 0.18} = 9.12 \text{ detik}$$

Dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan waktu standar untuk masing masing proses. Untuk rekap data hasil perhitungan waktu standar untuk masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel IV.6 Waktu Standar Proses *Wiring Harness* SE-085

No	Proses	Waktu Standar (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	9.12
2	<i>Tapping Joint</i>	14.75
3	Pasang <i>Ring</i>	13.05
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	8.58
5	<i>Insert Connector 1</i>	8.63
6	<i>Insert Connector 2</i>	10.85
7	<i>Insert Connector 3</i>	9.79
8	<i>Tapping Kunci</i>	16.68
9	<i>Tapping Connector</i>	70.26
10	Pasang <i>Clip</i>	23.84
11	<i>Quality Control</i>	32.05

IV.4 Data Precedence

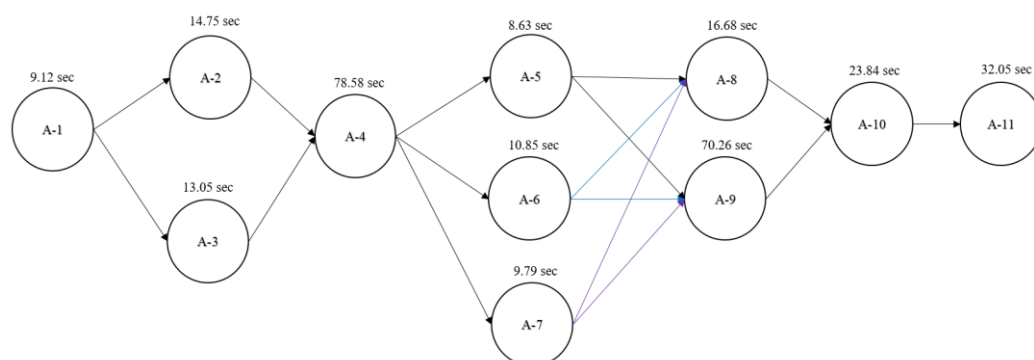
Data *precedence* merupakan data yang menunjukkan hubungan keterurutan antar elemen kerja pada *assembly line* SE-085. Data ini digunakan untuk mengetahui urutan proses kerja yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum

proses berikutnya dapat dikerjakan. Hubungan *precedence* sangat penting dalam analisis *line balancing* karena menjadi dasar dalam penyusunan *precedence diagram* dan penentuan pembagian stasiun kerja menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)*.

Pada *assembly line* SE-085, proses perakitan dilakukan secara berurutan mulai dari proses *Insert Balf* hingga proses QC/Visual. Setiap elemen kerja memiliki keterkaitan satu sama lain sehingga tidak semua proses dapat dilakukan secara bersamaan. Data *precedence* pada *assembly line* SE-085 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel IV.7 Hubungan *Precedence Assembly line* SE-085

No	Elemen Kerja	Kode	Predecessor
1	<i>Insert Balf</i>	A-1	-
2	<i>Tapping Joint</i>	A-2	A-1
3	Pasang Ring	A-3	A-1
4	Pasang Tube & Cover	A-4	A-2, A-3
5	<i>Insert Connector 1</i>	A-5	A-4
6	<i>Insert Connector 2</i>	A-6	A-4
7	<i>Insert Connector 3</i>	A-7	A-4
8	<i>Tapping Kunci</i>	A-8	A-5, A-6, A-7
9	<i>Tapping Connector</i>	A-9	A-5, A-6, A-7
10	Pasang Clip	A-10	A-8, A-9
11	<i>Quality Control</i>	A-11	A-10



Gambar IV.4 *Precedence Diagram Assembly Line* SE-085

Berdasarkan hubungan keterurutan proses produksi, diketahui bahwa elemen kerja 1 menjadi proses awal yang dilanjutkan secara paralel ke elemen kerja 2 dan 3. Setelah kedua proses selesai, pekerjaan dilanjutkan ke elemen kerja 4.

Selanjutnya proses bercabang kembali ke elemen kerja 5, 6, dan 7. Ketiga elemen tersebut menjadi prasyarat untuk proses 8 dan 9, kemudian dilanjutkan ke proses 10 dan diakhiri dengan proses quality control pada elemen kerja 11.

IV.5 Kondisi Awal *Assembly Line* SE-085

Analisa kondisi awal dilakukan dengan menentukan waktu siklus yang diperoleh dari pengelompokan elemen-elemen kerja kedalam stasiun-stasiun kerja. Waktu operasional hasil pengelompokan elemen-elemen kerja ke dalam stasiun kerja awal dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel IV.8 Kondisi Awal *Assembly line* SE-085

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Waktu Operasional (detik)	Idle Time
I	A-1	9.12	
	A-2	14.75	
	Cycle Time	23.87	63.07
II	A-3	13.05	
	A-4	8.58	
	Cycle Time	21.63	65.31
III	A-5	8.63	
	A-6	10.85	
	A-7	9.79	
IV	Cycle Time	29.27	57.68
	A-8	16.68	
	A-9	70.26	
V	Cycle Time	86.94	0.0
	A-10	23.84	
	Cycle Time	23.84	63.10
VI	A-11	32.05	
	Cycle Time	32.05	54.90

Dari pengolahan data diatas diketahui waktu siklus terbesar dari pengelompokan stasiun kerja adalah 86.94 detik, sehingga *balance delay* awalnya adalah:

1. Menghitung *Balanced Delay* Awal menggunakan persamaan (2.7)

$$D = \frac{(6 \times 86.94) - 217.61}{6 \times 86.94} \times 100\% = 58.28\%$$

2. Menghitung *Line Efficiency* Awal menggunakan persamaan (2.6)

$$LE = \frac{217.61}{6 \times 86.94} \times 100\% = 41.71\%$$

3. Menghitung *Smoothness Index* Awal menggunakan persamaan (2.8)

$$SI = \sqrt{(86.94 - 23.87)^2 + \dots + (86.94 - 32.05)^2} = 136.25$$

Tabel IV.9 Hasil Analisis untuk Kondisi Awal

Keterangan	Hasil Perhitungan
<i>Line Efficiency</i>	41.71%
<i>Balanced Delay</i>	58.28%
<i>Smoothness Index</i>	136.25

IV.6 Pengolahan Data dengan *Ranked Positional Weight*

Pada penelitian ini, metode *Ranked Positional Weight* (RPW) digunakan untuk melakukan analisis keseimbangan lintasan produksi. Metode RPW merupakan salah satu metode *line balancing* yang dilakukan dengan menentukan bobot posisi masing-masing elemen kerja berdasarkan hubungan precedence dan waktu proses. Hasil pengolahan menggunakan metode ini digunakan untuk menentukan pembagian elemen kerja ke dalam stasiun kerja sehingga diperoleh lintasan produksi yang lebih seimbang dan efisien.

Cycle time dihitung berdasarkan target produksi perusahaan, bukan output aktual kondisi awal. Hal tersebut dikarenakan tujuan penerapan *line balancing* adalah untuk meningkatkan kemampuan lintasan produksi agar dapat memenuhi target produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Oleh karena itu, nilai target produksi yang digunakan dalam perhitungan *cycle time* adalah sebesar 450 unit per hari.

IV.6.1 Penentuan Waktu Siklus Optimal

Pada pengelompokan elemen kerja dicari waktu siklus optimal dengan menggunakan target produksi maksimum perusahaan sebesar 450 unit per hari. Pemilihan target maksimum dilakukan agar rancangan keseimbangan lintasan mampu memenuhi kebutuhan produksi tertinggi perusahaan sehingga hasil usulan *line balancing* menjadi lebih optimal dan realistis untuk diterapkan pada kondisi produksi aktual. Adapun daerah waktu siklus yang mungkin dalam analisa ini adalah:

$$C_{optimal} \geq \max(t_{max}, P/Q)$$

Jadi daerah waktu siklus yang mungkin untuk lintasan produksi ini adalah:

$$C_{optimal} \geq \max(70.26 \text{ detik}, 28800/450 = 64 \text{ detik})$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh waktu elemen kerja terbesar sebesar 70.26 detik, sedangkan *cycle time* berdasarkan target produksi perusahaan sebesar 64 detik. Pada penelitian ini dipilih *cycle time* sebesar 70.26 detik karena nilai tersebut merupakan batas minimum yang harus dipenuhi agar lintasan produksi *feasible* berdasarkan kendala elemen kerja terbesar (*bottleneck*). Adapun pertimbangan pemilihan *cycle time* 70.26 detik adalah:

1. Menyesuaikan dengan waktu elemen kerja terpanjang (*bottleneck*)
2. Menjamin seluruh proses dapat diselesaikan tanpa *overload* pada stasiun kerja
3. Menjamin kelayakan sistem produksi secara nyata (*feasible system*)
4. Menjadi dasar awal untuk evaluasi dan perbaikan *line balancing*

Oleh karena itu, *cycle time* sebesar 70.26 detik dinilai paling sesuai untuk digunakan dalam proses *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Adapun jumlah stasiun kerja *minimum* (K_{min}) dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$N_{min} = \frac{\sum t}{CT} \quad (4.2)$$

$$N_{min} = \frac{217.61}{70.26} = 3.09 \approx 4 \text{ stasiun kerja}$$

IV.6.2 Perencanaan Keseimbangan Lintasan

Aliran produksi di dalam proses produksi dan perakitan umumnya dibagi menjadi beberapa kelompok elemen dalam stasiun-stasiun kerja yang berbeda. Tiap-tiap stasiun kerja mempunyai benda kerja dan waktu operasi yang berbeda pula, sehingga kelancaran dan kemungkinan mencapai target produksi semakin bertambah kecil karena masalah ini.

Dalam memecahkan masalah keseimbangan lintasan pada PT. Chakra Tunggal Elektrindo digunakan metode *heuristic*, dimana metode ini yang digunakan dalam memecahkan keseimbangan lintasan ini adalah *Metode Rank Position Weight* (RPW). Metode RPW pada suatu operasi dinyatakan dengan jumlah waktu dan suatu operasi yang dicari bobot posisinya ditambah dengan

semua waktu dari operasi-operasi yang mengikutinya pada *precedence diagram* proses produksi SE-085, adapun *precedence diagram*nya dapat dilihat pada Gambar IV.3.

IV.6.3 Penentuan Bobot Posisi Masing-masing Operasi

Bobot posisi dihitung dengan menjumlahkan waktu proses suatu elemen kerja dengan seluruh waktu proses elemen-elemen kerja yang menjadi penerusnya (*successor*) sesuai hubungan *precedence*. Nilai bobot posisi yang lebih besar menunjukkan bahwa elemen kerja tersebut memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap kelancaran proses produksi sehingga akan diprioritaskan dalam pembentukan workstation.

1. Elemen kerja A-1 (*Insert Balf*)

Yang mengikuti elemen kerja A-1 adalah elemen kerja A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 208.48 detik sehingga bobot posisi elemen kerja A-1 adalah: $(9.12 + 208.48) = 217.61$ detik

2. Elemen kerja A-2 (*Tapping Joint*)

Yang mengikuti elemen kerja A-2 adalah elemen kerja A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 180.68 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-2 adalah: $(14.75 + 180.68) = 195.43$ detik

Karena A-3 bukan penerus A-2, melainkan proses paralel (A-2 dan A-3 berasal dari A-1 secara bercabang), maka A-3 tidak dimasukkan dalam perhitungan PW A-2.

3. Elemen kerja A-3 (*Pasang Ring*)

Yang mengikuti elemen kerja A-3 adalah elemen kerja A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 180.68 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-3 adalah: $(13.05 + 180.68) = 193.73$ detik

4. Elemen kerja A-4 (*Pasang Tube & Cover*)

Yang mengikuti elemen kerja A-4 adalah elemen kerja A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar

172.1 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-4 adalah: $(8.58 + 172.1) = 180.68$ detik

5. Elemen kerja A-5 (*Insert Connector 1*)

Yang mengikuti elemen kerja A-5 adalah elemen kerja A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 142.83 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-5 adalah: $(8.63 + 142.83) = 151.46$ detik

6. Elemen kerja A-6 (*Insert Connector 2*)

Yang mengikuti elemen kerja A-6 adalah elemen kerja A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 142.83 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-6 adalah: $(10.85 + 142.83) = 153.68$ detik

7. Elemen kerja A-7 (*Insert Connector 3*)

Yang mengikuti elemen kerja A-7 adalah elemen kerja A-8, A-9, A-10, dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 142.83 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-7 adalah: $(9.79 + 142.83) = 152.62$ detik

8. Elemen kerja A-8 (*Tapping Kunci*)

Yang mengikuti elemen kerja A-8 adalah elemen kerja A-10 dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 55.89 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-8 adalah: $(16.68 + 55.89) = 72.57$ detik

9. Elemen kerja A-9 (*Tapping Connector*)

Yang mengikuti elemen kerja A-9 adalah elemen kerja A-10 dan A-11 dengan total waktu elemen kerja penerus sebesar 55.89 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-9 adalah: $(70.26 + 55.89) = 126.15$ detik

10. Elemen kerja A-10 (*Pasang Clip*)

Yang mengikuti elemen kerja A-10 hanya elemen kerja A-11 dengan waktu sebesar 32.05 detik, sehingga bobot posisi elemen kerja A-10 adalah: $(23.84 + 32.05) = 55.89$ detik

11. Elemen kerja A-11 (*Quality Control*)

Elemen kerja A-11 tidak memiliki penerus, sehingga bobot posisi sama dengan waktu elemen kerja itu sendiri: 32.05 detik.

Tabel IV.10 Hasil Penentuan Bobot masing-masing Operasi

No	Elemen Kerja	Kode	Waktu (detik)	Successor (Penerus)	Perhitungan Bobot Posisi	Positional Weight (PW)
1	Insert Balf	A-1	9.12	A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11	$9.12 + (14.75 + 13.05 + 8.58 + 8.63 + 10.85 + 9.79 + 16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	217.61
2	Tapping Joint	A-2	14.75	A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11	$14.75 + (8.58 + 8.63 + 10.85 + 9.79 + 16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	195.43
3	Pasang Ring	A-3	13.05	A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11	$13.05 + (8.58 + 8.63 + 10.85 + 9.79 + 16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	193.73
4	Pasang Tube & Cover	A-4	8.58	A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, dan A-11	$8.57 + (8.63 + 10.85 + 9.79 + 16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	180.68
5	Insert Connector 1	A-5	8.63	A-8, A-9, A-10, dan A-11	$8.62 + (16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	151.46
6	Insert Connector 2	A-6	10.85	A-8, A-9, A-10, dan A-11	$10.84 + (16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	153.68
7	Insert Connector 3	A-7	9.79	A-8, A-9, A-10, dan A-11	$9.79 + (16.68 + 70.26 + 23.84 + 32.05)$	152.62
8	Tapping Kunci	A-8	16.68	A-10 dan A-11	$16.68 + (23.84 + 32.05)$	72.57
9	Tapping Connector	A-9	70.26	A-10 dan A-11	$70.25 + (23.84 + 32.05)$	126.15
10	Pasang Clip	A-10	23.84	A-11	$23.84 + (32.05)$	55.89
11	Quality Control	A-11	32.05	-	32.05	32.05
Total Waktu (Σt)						1531.87

Tabel IV.11 Ranking (Urutan Prioritas) setiap Elemen Kerja

Rank	Kode	Elemen Kerja	Positional Weight (detik)
1	A-1	<i>Insert Balf</i>	217.61
2	A-2	<i>Tapping Joint</i>	195.43
3	A-3	Pasang <i>Ring</i>	193.73
4	A-4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	180.68
5	A-6	<i>Insert Connector 2</i>	153.68
6	A-7	<i>Insert Connector 3</i>	152.62
7	A-5	<i>Insert Connector 1</i>	151.46
8	A-9	<i>Tapping Connector</i>	126.15
9	A-8	<i>Tapping Kunci</i>	72.57
10	A-10	Pasang <i>Clip</i>	55.89
11	A-11	<i>Quality Control</i>	32.05

IV.6.4 Pengelompokan Operasi ke Dalam Stasiun Kerja

Keseimbangan waktu operasi tiap kerja didapatkan cara mengelompokkan operasi kerja ke dalam stasiun kerja berdasarkan rangking bobot posisi dan waktu siklus secara berurutan, sehingga total waktu untuk masing-masing stasiun kerja sama atau mendekati waktu siklus yang telah ditentukan (setiap stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus yang ditentukan).

Tabel IV.12 Hasil Pengelompokan *Workstation*

WS	Elemen Kerja	Waktu Elemen (detik)	Total Waktu (detik)	Idle time (detik)	Keterangan
WS 1	A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7	9.12, 14.75, 13.05, 8.58, 10.85, 9.79	66.15	4.11	A-1 → A-2 & A-3 → A-4, A-6, A-7
WS 2	A-5, A-8	8.63, 16.68	25.31	44.95	A-4 → A-5 → A-8
WS 3	A-9	70.26	70.26	0	A-9 setelah A-5, A-6, A-7
WS 4	A-10, A-11	23.84, 32.05	55.89	14.37	A-10 setelah A-8 & A-9 → A-11 setelah A-10

Keterangan perhitungan *idle time* menggunakan:

$$Idle Time = CT - ST_i \quad (4.3)$$

Dengan CT = 70.26 detik

Contoh perhitungan WS-1: 70.26 – 66.15 = 4.11 detik

IV.6.5 Perhitungan *Line Efisiensi, Balanced Delay* dan *Smoothness Index*

Berdasarkan hasil pengelompokan elemen kerja menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan *cycle time* sebesar 70.26 detik, diperoleh 4 workstation. Stasiun kerja yang dikelompokkan berdasarkan waktu siklus 70.26 detik yang diurutkan berdasarkan *ranking* bobot, waktu kumulatif masing-masing stasiun kerja tidak boleh melebihi dari waktu siklus yang ditentukan, bila melebihi waktu kumulatif maka dikelompokkan pada stasiun kerja berikutnya.

Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antar *workstation* menjadi lebih merata.

1. Menghitung *Balanced Delay* menggunakan persamaan (2.7)

$$D = \frac{(4 \times 70.26) - 217.61}{4 \times 70.26} \times 100\% = 22.57\%$$

2. Menghitung *Line Efficiency* menggunakan persamaan (2.6)

$$LE = \frac{178.44}{3 \times 64} \times 100\% = 77.43\%$$

3. Menghitung *Smoothness Index* menggunakan persamaan (2.8)

$$SI = \sqrt{(70.26 - 45.5)^2 + (70.26 - 45.95)^2 + (70.26 - 55.89)^2} = 47.36$$

Bab V Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil pengolahan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini dilakukan analisis terhadap kondisi awal lintasan produksi serta hasil perbaikan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi dan keseimbangan lintasan produksi berdasarkan parameter *Line Efficiency* (LE), *Balance Delay* (BD), dan *Smoothness Index* (SI).

V.1 Hasil Pengolahan Data Metode *Ranked Positional Weight*

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), diperoleh pengelompokan elemen kerja ke dalam 4 stasiun kerja dengan mempertimbangkan waktu siklus (*cycle time*) sebesar 70.26 detik serta hubungan *precedence* antar elemen kerja. Pembentukan stasiun kerja dilakukan dengan tujuan menyeimbangkan beban kerja pada setiap stasiun agar lebih merata dibandingkan kondisi awal.

Hasil pengelompokan stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel berikut:

1. WS 1 terdiri dari elemen kerja A-1, A-2, A-3, A-4, A-6 dan A-7 dengan total waktu 66.15 detik
2. WS 2 terdiri dari elemen kerja A-5 dan A-8 dengan total waktu 25.31 detik
3. WS 3 terdiri dari elemen kerja A-9 dengan total waktu 70.26 detik
4. WS 4 terdiri dari elemen kerja A-10 dan A-11 dengan total waktu 55.89 detik

Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh elemen kerja berhasil dialokasikan ke dalam 4 stasiun kerja tanpa melanggar batas *cycle time*.

V.2 Analisis *Idle Time* Stasiun Kerja

Hasil perhitungan *idle time* menunjukkan adanya perbedaan beban kerja pada setiap stasiun kerja. *Idle time* diperoleh dari selisih antara *cycle time* dengan total waktu stasiun kerja.

1. WS 1 memiliki *idle time* sebesar 4.11 detik
2. WS 2 memiliki *idle time* sebesar 44.95 detik
3. WS 3 tidak memiliki *idle time* (0 detik) karena berisi elemen kerja dengan waktu terbesar yaitu A-9

4. WS 4 memiliki *idle time* sebesar 14.37 detik

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa WS 3 menjadi bottleneck dalam sistem produksi, sedangkan WS 1, WS 2, dan WS 4 masih memiliki waktu menganggur yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun.

V.3 *Line Efficiency (LE)* dan *Balance Delay (BD)*

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh total waktu elemen kerja sebesar 217.61 detik dengan 4 stasiun kerja dan *cycle time* 70.26 detik. *Line Efficiency* (LE) yang telah dihitung sebesar 77.43%. Sedangkan *Balance Delay* (BD) yang diperoleh sebesar 22.57%.

Nilai *Line Efficiency* sebesar 77.43% menunjukkan bahwa pemanfaatan waktu kerja pada lintasan produksi sudah cukup baik, namun belum sepenuhnya optimal. Sementara itu, *Balance Delay* sebesar 22.57% menunjukkan masih adanya waktu menganggur yang cukup signifikan pada beberapa stasiun kerja.

V.4 *Smoothness Index (SI)*

Hasil perhitungan terhadap *Smoothness Index* (SI) diperoleh sebesar 47.36 detik. Nilai tersebut menunjukkan tingkat ketidakseimbangan lintasan produksi setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode RPW. Semakin kecil nilai SI, maka semakin merata distribusi beban kerja antar stasiun kerja. Nilai SI yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun sudah terjadi perbaikan dibanding kondisi awal, masih terdapat variasi beban kerja antar stasiun, terutama akibat dominasi waktu proses pada elemen A-9.

V.5 *Pembahasan Hasil*

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) mampu memberikan perbaikan dalam keseimbangan lintasan produksi dibandingkan kondisi awal. Metode ini berhasil mengelompokkan elemen kerja ke dalam 4 stasiun kerja dengan mempertahankan hubungan *precedence* serta batasan *cycle time*.

Meskipun demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa masih terdapat ketidakseimbangan beban kerja yang ditunjukkan oleh nilai *idle time* dan *Smoothness Index* (SI). Hal ini terutama disebabkan oleh adanya elemen kerja

dengan waktu proses yang cukup besar yaitu A-9 (70.26 detik), yang menyebabkan stasiun kerja tersebut menjadi bottleneck dalam sistem produksi.

Secara keseluruhan, metode RPW mampu meningkatkan efisiensi lintasan produksi dengan nilai *Line Efficiency* sebesar 77.43%, namun masih terdapat ruang perbaikan untuk meningkatkan keseimbangan lintasan melalui redistribusi elemen kerja atau pengembangan metode kerja lebih lanjut.

V.6 Perbandingan Kondisi Aktual dan Usulan

Tabel V.1 Perbandingan Kondisi Awal dan RPW

Parameter	Kondisi Awal	RPW (4 WS)
Jumlah WS	6 WS	4 WS
<i>Line Efficiency</i>	41,72%	77,43%
<i>Balance Delay</i>	58,28%	22,57%
<i>Smoothness Index</i>	136,25	47,36

Berdasarkan hasil analisis kondisi awal (*existing system*), lintasan produksi terdiri dari 6 stasiun kerja dengan tingkat keseimbangan yang masih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Line Efficiency* sebesar 41.72% dan *Balance Delay* sebesar 58.28%, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar waktu produksi masih berupa waktu menganggur (*idle time*).

Selain itu, nilai *Smoothness Index* (SI) sebesar 136.25 menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antar stasiun kerja masih sangat tidak merata. Kondisi ini terutama disebabkan oleh ketidakseimbangan pembagian elemen kerja, di mana beberapa stasiun memiliki beban kerja yang sangat kecil dibandingkan *cycle time* yang tersedia.

Setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), jumlah stasiun kerja berkurang menjadi 4 stasiun kerja dengan peningkatan *Line Efficiency* menjadi 77.43% dan penurunan *Balance Delay* menjadi 22.57%. Nilai *Smoothness Index* juga menurun menjadi 47.36, yang menunjukkan bahwa distribusi beban kerja menjadi lebih merata dibandingkan kondisi awal.

Dengan demikian, metode RPW terbukti mampu meningkatkan efisiensi lintasan produksi serta memperbaiki keseimbangan pembagian beban kerja antar stasiun. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Metode RPW berhasil membentuk 4 stasiun kerja yang memenuhi *constraint precedence* dan *cycle time*.
2. Nilai *Line Efficiency* sebesar 77.43% menunjukkan sistem cukup efisien namun belum optimal.
3. *Balance Delay* sebesar 22.57% menunjukkan masih adanya *idle time* pada beberapa stasiun kerja.
4. *Smoothness Index* sebesar 47.36 menunjukkan masih terdapat ketidakseimbangan lintasan.
5. Elemen A-9 menjadi faktor utama *bottleneck* dalam sistem produksi.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai perbaikan keseimbangan lintasan produksi menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu Standar setiap elemen kerja berdasarkan pengukuran dan perhitungan waktu kerja pada *assembly line* SE-085 adalah sebagai berikut:
 - A-1 (*Insert balf*) = 9.12 detik
 - A-2 (*Tapping Joint*) = 14.75 detik
 - A-3 (*Pasang Ring*) = 13.05 detik
 - A-4 (*Pasang Tube & Cover*) = 8.58 detik
 - A-5 (*Insert Connector 1*) = 8.63 detik
 - A-6 (*Insert Connector 2*) = 10.85 detik
 - A-7 (*Insert Connector 3*) = 9.79 detik
 - A-8 (*Tapping Kunci*) = 16.68 detik
 - A-9 (*Tapping Connector*) = 70.26 detik
 - A-10 (*Pasang Clip*) = 23.84 detik
 - A-11 (*Quality control*) = 32.05 detik
2. Penerapan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) berhasil memperbaiki pembagian elemen kerja menjadi 4 stasiun kerja dengan mempertimbangkan *precedence* dan *cycle time* sebesar 70.26 detik.
3. Pengaturan elemen kerja menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan *precedence* dan pembobotan posisi elemen kerja. Hasil pengelompokan elemen kerja adalah sebagai berikut:
 - **WS 1:** A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7
 - **WS 2:** A-5, A-8
 - **WS 3:** A-9
 - **WS 4:** A-10, A-11

Dengan pembagian *Workstations* ini menghasilkan peningkatan kinerja lintasan produksi, yaitu *Line Efficiency* meningkat menjadi 77.43%, *Balance Delay* menurun menjadi 22.53%, serta *Smoothness Index* menurun

menjadi 47.36. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi beban kerja menjadi lebih merata dibandingkan kondisi awal.

VI.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk perbaikan ke depan, yaitu:

1. Penerapan metode Ranked Positional Weight (RPW) menghasilkan usulan pembagian stasiun kerja yang lebih seimbang sehingga aliran proses produksi pada *assembly line* SE-085 menjadi lebih lancar. Pembagian beban kerja yang lebih merata mampu mengurangi *idle time* (waktu menganggur) dan penumpukan pekerjaan (*work in process*) pada beberapa stasiun kerja, sehingga setiap operator memiliki beban kerja yang lebih proporsional. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk mengimplementasikan pembagian stasiun kerja hasil penelitian ini sebagai upaya meningkatkan efisiensi proses produksi, mempercepat pencapaian target produksi, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta mendukung peningkatan produktivitas secara berkelanjutan.
2. Perlu dilakukan evaluasi terhadap elemen kerja yang memiliki waktu proses tinggi, khususnya elemen A-9, dengan tujuan untuk mengurangi *bottleneck* melalui perbaikan metode kerja, penggunaan alat bantu, atau pembagian ulang elemen kerja, sehingga tidak ada operator yang bekerja terlalu berat sementara operator lain harus menunggu. Kondisi ini membantu mempercepat aliran produksi, mengurangi keterlambatan proses, serta meningkatkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi target produksi sesuai jadwal.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode lain seperti *Genetic Algorithm*, *Kilbridge & Wester*, atau metode *heuristic* lainnya untuk mendapatkan hasil keseimbangan lintasan yang lebih optimal dibandingkan metode RPW.
4. Disarankan juga untuk mempertimbangkan faktor ergonomi dan beban kerja operator dalam pengembangan sistem lintasan produksi agar tidak hanya efisien secara waktu, tetapi juga aman dan nyaman bagi pekerja.

Daftar Pustaka

- Abuthakeer. (2010). Activity Based Value Stream Mapping. *International Journal of Lean Thinking* 1(2), 52-64.
- Asriadi. (2023). Analisis Line Balancing pada Produksi Roti dengan Menggunakan Metode Ranked Positional Weight, Largest Candidate Rule dan Region Approach.
- Azizah, N. C. (2017). Analisis Proses Pengelolaan Obat RSUD Di Jawa Timur Dengan Pendekatan Lean Hospital. *Jurnal Manajemen Dan Pelayanan Farmasi (Journal of Management and Pharmacy Practice)*.
- Boysen, N. F. (2007). A classification of assembly line balancing problems. *European Journal of Operational Research*, 183(2), 674–693.
- Dolgui, A. &. (2017). Some new ideas for assembly line balancing research. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 2255–2260.
- Gasparz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS (Edisi 9)*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Groover, M. P. (2001). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing (2nd ed.)*. Prentice Hall.
- Hines, P. &. (2020). Going lean: A guide to implementation. *Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre*.
- Hoffmann, T. R. (1963). Assembly line balancing: a set of challenges.
- Idris, A. f. (2023). Penerapan Konsep Line Balancing pada Proses Produksi Sablon baju dengan Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik.
- Juran, J. M. (1999). *Juran's quality handbook (5th ed.)*. McGraw-Hill, New York.
- Kharuddin, M. H. (2020). Line balancing using heuristic procedure and simulation of assembly line. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 18(2), 1006–1013.
- Kumar, A. S. (2017). New heuristic method RPW method and genetic algorithm techniques (hybrid method) for evaluating multi product assembly line balancing – A case study. *International Journal of Advanced Research and Innovation*.

- Leitch, R. D. (2011). *Reliability analysis for engineers: An introduction (2nd ed.)*.
- Lestari, K. a. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Moubray, J. (2009). *Reliability-centered maintenance (2nd ed.)*.
- Niebel, B. W. (2009). *Methods, Standards, and Work Design*.
- Rivandi, M. &. (2025). Usulan perbaikan keseimbangan lintasan pada line assembly water pump type B128 di PT. Advik Indonesia.
- Rother, M. &. (2003). Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda.
- RRI. (2024). *Radio Republik Indonesia*. Retrieved from Industri manufaktur tumbuh solid di tengah dinamika global. <https://rri.co.id/info-kementerian/1339036/industri-manufaktur-tumbuh-solid-di-tengah-dinamika-global>
- Ruseel R.S, T. B. (1999). *Operation Management* . Upper Saddle River: NJ.
- Saludin, M. (2016). Six sigma: Pendekatan praktis untuk meningkatkan kualitas. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Salveson, M. E. (1955). The assembly line balancing problem. *Journal of Industrial Engineering*.
- Slack, N. B.-J. (2016). *Operations Management*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.

Lampiran

Lampiran 1 Data Pengamatan *Assembly* SE-085

No	Waktu Proses (Detik)										
	Insert Balf	Tapping Joint	Pasang Ring	dan Connector	Insert Connector 1	Insert Connector 2	Insert Connector 3	Tapping Kunci	Tapping Connector	Pemasangan Clip	QC/Visual
1	9.80	11.27	10.57	7.11	6.24	9.73	9.00	14.74	44.71	20.02	30.73
2	6.51	9.75	11.67	6.98	8.18	11.78	7.95	10.39	48.13	16.17	26.05
3	8.93	10.54	10.96	7.77	8.49	7.37	6.81	11.42	56.00	19.30	25.67
4	8.79	13.37	8.37	7.38	8.32	11.55	6.06	16.62	55.08	19.36	28.26
5	5.04	12.78	8.02	6.00	6.62	8.19	9.14	10.75	70.95	17.60	28.83
6	5.14	10.44	11.22	6.95	5.44	8.00	7.64	16.36	49.54	18.19	22.22
7	9.01	13.16	8.79	7.72	7.98	10.36	9.41	10.11	65.40	16.21	29.31
8	6.44	14.32	12.39	6.95	7.59	11.06	10.86	10.89	54.82	23.40	26.68
9	5.58	14.82	11.77	7.58	7.77	6.38	10.12	14.19	71.19	17.63	27.36
10	8.44	10.65	10.43	6.29	6.75	7.80	5.99	13.13	50.01	23.70	23.18
11	7.52	11.54	10.70	6.87	7.56	9.15	5.57	13.87	62.31	21.62	23.25
12	9.10	14.84	8.85	6.97	8.83	9.76	6.63	11.93	69.59	19.63	26.48
13	7.30	11.33	8.19	7.38	7.96	6.01	8.13	12.67	63.47	23.94	29.56
14	9.56	13.36	10.71	6.69	5.38	8.96	7.03	13.02	64.51	16.94	28.88
15	6.20	13.06	9.47	7.47	5.85	9.79	10.17	16.76	63.86	19.78	22.92
16	6.31	12.98	10.99	6.70	8.14	8.94	8.22	11.04	55.13	22.23	24.24
17	8.79	9.08	12.40	7.60	5.31	11.77	5.60	16.79	52.02	17.05	30.94
18	5.32	14.04	10.12	7.31	8.80	8.89	7.51	15.57	49.73	18.67	25.45
19	8.02	14.98	8.55	7.76	8.12	6.63	6.29	14.31	49.49	17.88	25.22
20	6.15	12.97	10.14	7.89	8.29	7.61	7.22	14.96	66.16	21.92	22.56
21	7.06	13.07	9.84	7.74	8.68	10.00	8.64	13.36	62.88	20.11	29.45
22	8.59	9.78	9.53	6.65	6.61	10.92	9.43	16.79	56.74	21.63	22.93
23	5.02	10.50	11.75	6.16	7.87	9.44	5.67	13.69	67.20	23.26	29.61
24	8.32	13.35	8.84	6.77	5.26	10.81	10.65	11.58	61.07	22.08	30.59
25	8.50	10.38	8.12	6.69	7.76	7.72	7.48	12.56	68.82	18.60	27.87
26	9.44	14.88	11.12	7.81	6.09	6.90	7.87	15.04	57.28	23.47	27.18
27	9.06	14.68	8.79	7.57	7.38	9.66	9.62	14.58	48.24	20.81	23.39
28	8.04	11.43	11.46	7.30	7.67	10.67	8.40	12.55	44.18	16.91	23.01
29	8.07	14.49	9.47	7.33	8.00	6.13	6.41	16.43	68.09	20.92	28.61
30	6.35	10.82	11.13	7.42	8.34	9.27	8.74	15.03	55.95	17.62	29.48
31	5.55	12.15	12.40	7.84	6.59	8.32	10.14	15.99	57.21	17.13	25.35
32	6.09	11.75	11.76	6.07	8.12	11.77	6.18	16.30	48.24	18.84	25.36
33	9.82	12.65	12.00	6.91	6.14	9.33	5.71	14.09	62.03	17.79	28.96
34	9.70	9.09	12.97	7.90	8.56	6.58	10.08	15.47	68.93	20.66	30.30
35	6.33	12.19	12.27	7.94	5.11	6.73	10.91	10.00	63.09	21.67	29.18
36	9.79	9.85	12.78	6.66	6.53	10.07	7.67	16.01	53.39	16.85	29.08
37	9.17	9.08	12.44	7.30	6.02	11.76	10.76	14.56	63.53	21.90	28.20
38	6.58	14.92	12.12	6.70	7.83	10.92	6.81	10.43	45.02	17.67	25.07
39	9.01	9.72	11.38	6.67	6.63	11.49	8.18	14.50	60.81	20.87	30.01
40	6.79	11.90	8.39	7.29	6.08	6.83	9.05	15.61	50.60	22.70	22.42
41	7.54	13.10	11.51	7.01	6.85	9.18	7.75	11.07	67.82	16.32	25.17
42	5.84	13.72	9.65	7.30	6.31	6.94	10.41	13.58	68.72	19.69	24.47
43	5.32	11.12	11.63	7.82	6.93	6.31	5.83	14.16	49.14	20.10	25.54
44	9.71	13.53	9.47	7.33	7.12	9.84	9.43	10.24	67.58	18.59	25.43
45	6.15	13.35	11.66	7.31	6.88	10.85	8.26	14.92	53.10	20.42	28.00
46	7.90	14.78	11.77	7.86	6.42	11.70	5.66	15.12	66.64	23.71	22.80
47	8.27	12.40	11.92	6.25	7.52	9.61	6.28	10.74	46.14	18.61	23.37
48	6.03	12.92	10.55	7.94	7.91	9.95	9.10	11.90	51.28	20.96	23.93
49	7.55	12.15	9.08	6.93	7.64	6.23	6.74	15.15	62.15	16.28	26.77
50	9.65	9.23	12.26	7.48	6.74	10.74	8.75	13.39	47.35	22.33	28.19

Data Pengamatan Assembly SE-085 (2)

No	Waktu Proses Lanjutan (Detik)											QC/Visual
	Insert Balf	Tapping Joint	Pasang Ring	Pasang Tube dan Connector	Insert Connector 1	Insert Connector 2	Insert Connector 3	Tapping Kunci	Tapping Connector	Pemasangan Clip		
51	5.51	13.1	8.13	6.2	6.51	8.84	5.84	12.1	64.05	18.67	22.23	
52	6.05	8.92	10.96	6.88	7.79	7.36	6.85	14.12	58.89	21.49	26.72	
53	5.2	11.21	9.63	6.36	6.15	8.81	6.33	15.08	66.43	17.45	23.26	
54	5.32	13	10.49	7.32	7.23	6.66	8.11	15.78	67.48	22.68	25.37	
55	7.94	12.52	12.08	6.21	6.01	9.33	8.94	11.39	57.53	18.17	29.6	
56	8.27	11.83	11.16	6.45	7.03	6.29	9.53	14.95	45.5	17.19	23.7	
57	5	10.91	10.77	6.6	6.32	6.97	6.86	14.92	51.43	18.77	26.11	
58	8.7	11.59	11.07	6.36	7.40	7.44	8.65	13.27	65.51	18.05	25.09	
59	7.31	12.95	10.31	7.28	7.05	6.92	7.06	11.78	61.88	18.02	22.56	
60	6.39	12.94	11.37	6.58	6.11	8.27	7.86	15.38	51.24	19.22	23.86	
61	7.9	11.46	8.67	6.32	6.59	9.37	8.13	10.77	55.13	20.97	28.05	
62	5.11	10.27	8.8	6.26	7.35	9.34	9.26	15.14	55.77	18.38	24.32	
63	8.2	12.9	9.1	6.9	7.52	9.28	5.94	15.14	51.14	19.24	26.2	
64	7.95	10.5	9.73	6.57	6.46	9.66	7.58	13.16	52.14	20.07	25.83	
65	5.61	13.07	9.4	7.29	6.88	8.65	9.28	13	44.69	20.02	22.32	
66	8.9	12.73	8.22	6.95	7.07	8.79	7.55	11.15	58.21	21.46	29.05	
67	7.26	11.53	11.61	6.83	6.34	9.18	9.66	12.71	44.7	17.5	25.63	
68	5.4	12.7	9.66	6.33	6.57	10.58	8.65	12.67	51.45	17.83	23.17	
69	5.64	13.07	8.67	6.1	7.11	10.77	7.6	14.88	49.63	16.75	24.27	
70	6.42	11.46	11.51	6.35	6.83	10.56	7.34	13.47	52.32	16.93	25.18	
71	7.24	10.78	10.91	7.13	5.24	10.30	5.88	13.73	70.57	21.76	28.40	
72	9.52	10.72	12.48	7.08	5.23	8.55	8.54	11.55	53.85	19.28	22.16	
73	7.47	14.56	11.03	6.71	8.16	6.98	8.99	14.29	50.92	19.21	26.57	
74	7.74	13.78	12.32	7.20	5.85	11.54	5.21	16.23	66.11	22.53	24.45	
75	5.28	12.20	10.41	7.53	7.48	8.72	8.25	12.42	54.65	18.22	23.25	
76	6.24	11.80	10.88	6.68	8.90	6.60	5.50	13.33	60.79	21.92	30.75	
77	6.30	13.58	10.19	6.16	6.34	7.85	6.05	14.87	57.71	19.88	29.26	
78	6.22	10.93	12.96	7.41	6.21	6.21	10.52	13.77	48.30	16.30	25.98	
79	9.96	12.54	9.02	6.06	7.88	10.15	9.76	16.03	67.44	16.32	24.33	
80	9.23	9.75	13.00	7.83	8.51	6.35	5.14	16.97	69.17	18.05	27.37	
81	9.61	13.17	8.71	7.63	7.79	11.39	7.98	15.98	69.53	20.43	27.96	
82	6.55	12.25	10.43	6.21	7.45	8.45	10.19	12.50	52.99	17.25	28.59	
83	6.95	9.00	11.30	6.43	5.77	6.87	10.05	15.73	47.60	20.39	26.67	
84	9.71	11.07	11.57	6.55	8.26	7.62	8.69	11.86	67.93	23.32	23.17	
85	7.97	9.92	12.32	7.45	7.95	7.08	8.43	11.69	54.13	17.46	26.24	
86	5.10	9.86	12.71	7.61	8.21	6.43	9.40	10.52	46.40	18.50	27.23	
87	6.75	13.01	9.03	7.34	6.36	10.70	6.88	13.58	45.84	20.00	29.47	
88	9.46	10.22	9.52	7.73	5.55	10.29	9.76	15.68	61.91	22.95	25.79	
89	6.17	9.38	11.83	7.72	7.26	10.90	9.15	14.56	69.51	20.46	28.36	
90	9.18	9.98	12.59	7.29	6.37	8.32	6.82	12.17	46.99	18.18	29.30	
91	5.28	14.50	12.45	7.48	8.02	10.53	6.27	11.87	69.81	17.06	24.75	
92	8.81	12.72	10.78	7.60	5.46	8.85	8.12	12.57	67.70	22.57	28.96	
93	6.84	14.93	12.94	7.44	6.90	8.46	10.04	10.34	64.11	16.18	26.09	
94	9.63	12.19	8.69	7.06	8.49	6.86	8.22	15.43	64.72	16.22	24.43	
95	9.05	10.81	12.46	7.03	6.47	9.64	6.01	14.44	48.90	18.75	24.18	
96	6.87	13.39	9.77	6.79	8.21	11.83	10.77	16.05	44.16	21.19	24.62	
97	9.41	14.26	12.45	7.18	7.58	7.98	9.07	14.54	57.47	20.08	30.16	
98	9.54	12.08	12.27	6.29	5.24	7.39	8.59	12.08	46.90	21.47	28.69	
99	6.62	12.46	8.99	7.42	6.61	10.24	9.91	15.15	59.37	23.88	26.71	
100	9.94	13.06	12.64	6.06	8.15	6.81	5.94	12.89	65.38	16.50	23.91	

Lampiran 1 Perhitungan Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

1. Insert Balf

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata} &= \frac{9.8 + 6.51 + 8.93 + \dots + 9.54 + 6.62 + 9.94}{100} \\
 &= \frac{747.94}{100} = 7.48 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

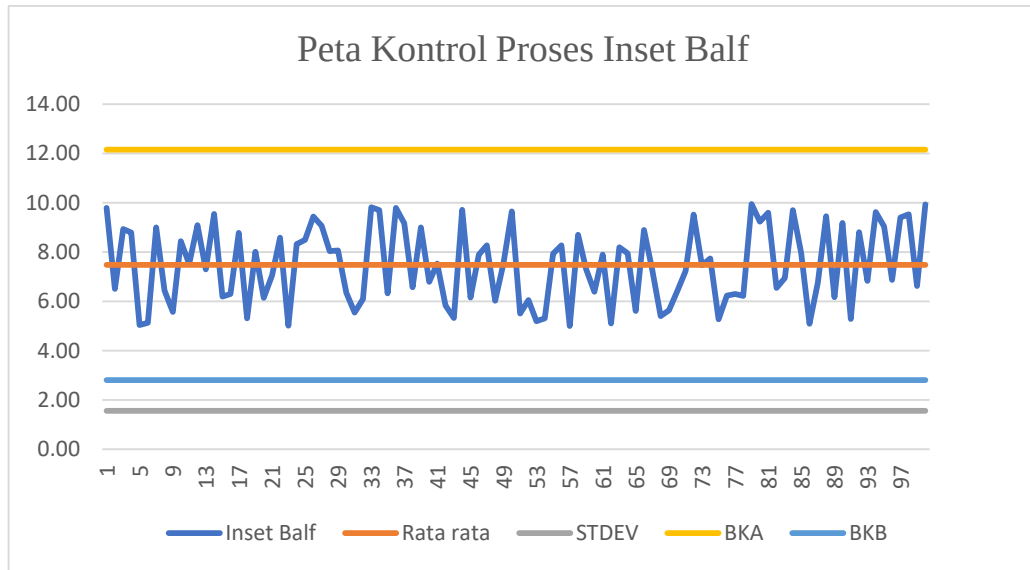
$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (9.8 - 7.48)^2 + (6.51 - 7.48)^2 + \dots + (6.62 - 7.48)^2 + (9.94 - 7.48)^2}{100 - 1}} \\
 &= 1.56
 \end{aligned}$$

Dengan k=3 (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 7.48 + 3(1.56) = 12.16$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 7.48 - 3(1.56) = 2.8$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 5834.64 - 559411.51}}{747.94} \right]^2 = 68.79 \approx 69 \text{ data}$$

Karena $N' = 69 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Insert Balf* sudah memenuhi kecukupan data.

2. Tapping Joint

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{11.27 + 9.75 + \dots + 12.46 + 13.06}{100} \\ &= \frac{1209.8}{100} = 12.1 \text{ detik} \end{aligned}$$

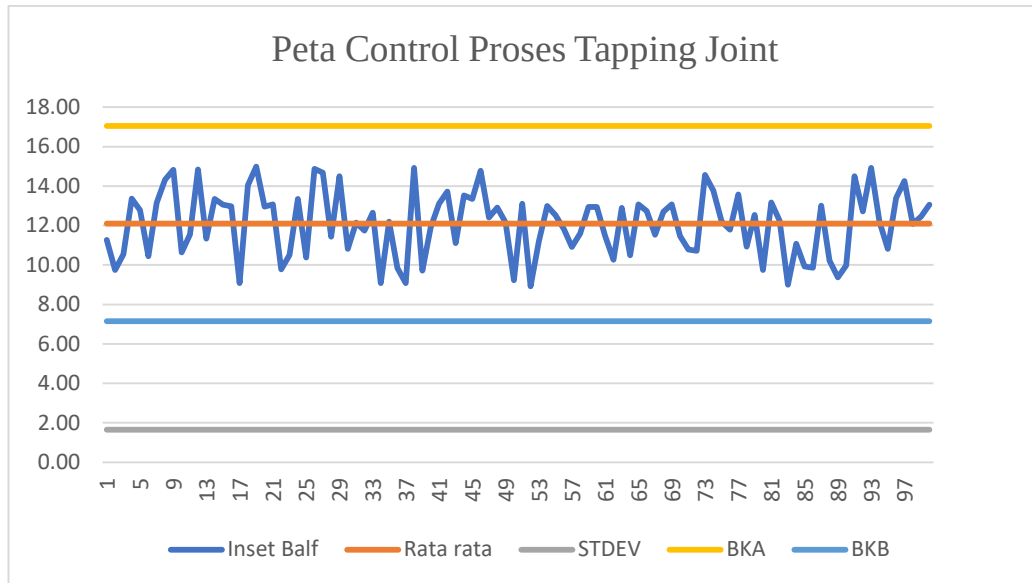
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (11.27 - 12.1)^2 + (9.75 - 12.1)^2 + \dots + (12.46 - 12.1)^2 + (13.06 - 12.1)^2}{100 - 1}} \\ &= 1.65 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 12.1 + 3(1.65) = 17.05$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 12.1 - 3(1.65) = 7.15$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 14905.47 - 1463610.52}}{1209.8} \right]^2 = 29.44 \approx 30 \text{ data}$$

Karena $N' = 30 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Tapping Joint* sudah memenuhi kecukupan data.

3. Pasang Ring

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{10.57 + 11.67 + \dots + 8.99 + 12.64}{100} \\ &= \frac{1070.39}{100} = 10.7 \text{ detik} \end{aligned}$$

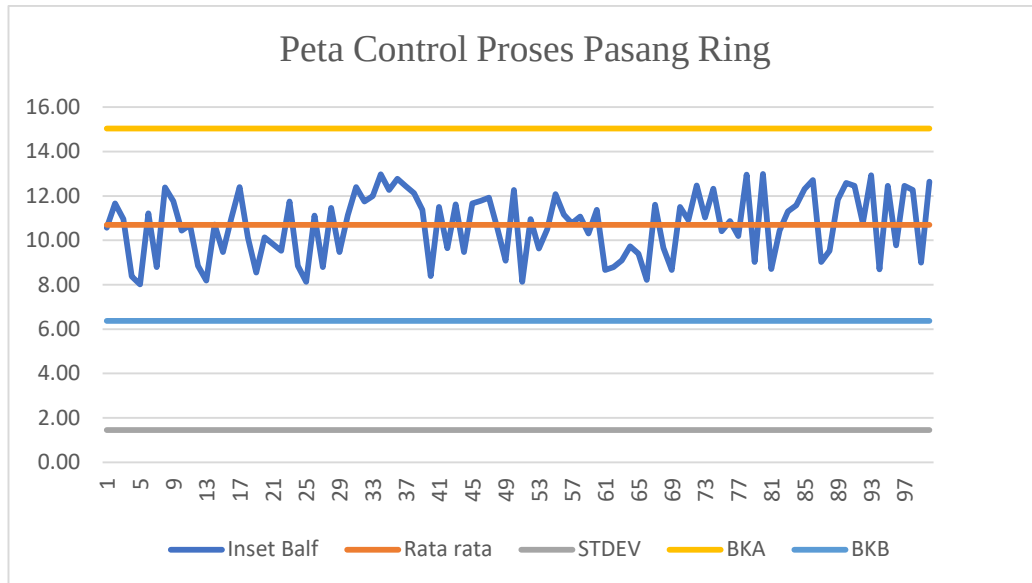
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (10.57 - 10.7)^2 + (11.67 - 10.7)^2 + \dots + (8.99 - 10.7)^2 + (12.64 - 10.7)^2}{100 - 1}} \\ &= 1.45 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 10.7 + 3(1.45) = 15.04$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 10.7 - 3(1.45) = 6.37$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 11664.2 - 1145732.69} \right]^2 = 28.88 \approx 29 \text{ data}$$

Karena $N' = 29 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses Pasang Ring sudah memenuhi kecukupan data.

4. Pasang Tube dan Connector

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{7.11 + 6.98 + \dots + 7.42 + 6.06}{100} \\ &= \frac{703.55}{100} = 7.04 \text{ detik} \end{aligned}$$

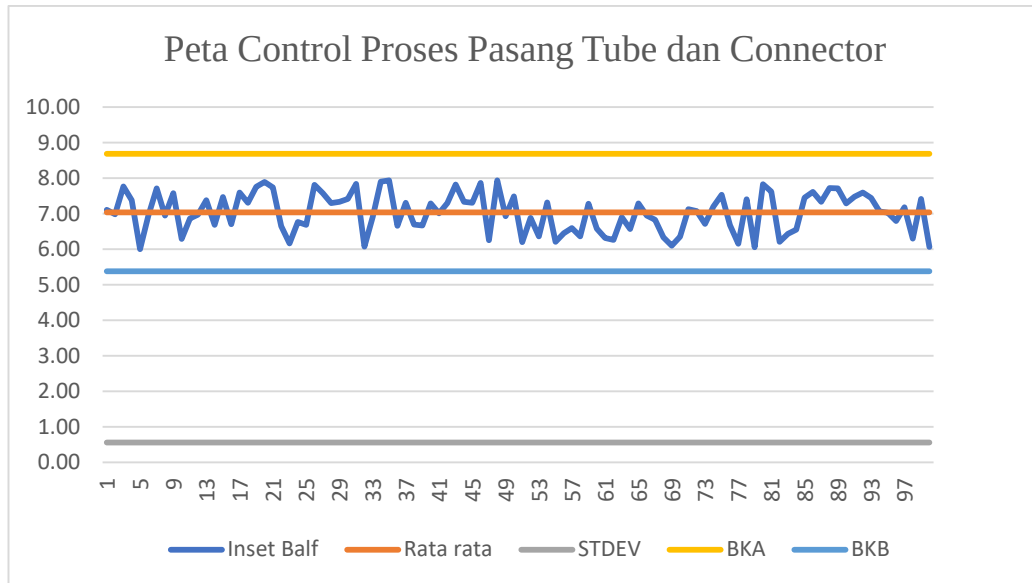
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (17.11 - 7.04)^2 + (6.98 - 7.04)^2 + \dots + (7.42 - 7.04)^2 + (6.06 - 7.04)^2}{100 - 1}} \\ &= 0.55 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 7.04 + 3(0.55) = 8.69$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 7.04 - 3(0.55) = 5.38$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 4979.98 - 494987.31}}{703.55} \right]^2 = 9.73 \approx 10 \text{ data}$$

Karena $N' = 10 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses Pasang *Tube* dan *Connector* sudah memenuhi kecukupan data.

5. Insert Connector 1

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{6.24 + 8.18 + \dots + 6.61 + 8.15}{100} \\ &= \frac{707.48}{100} = 7.07 \text{ detik} \end{aligned}$$

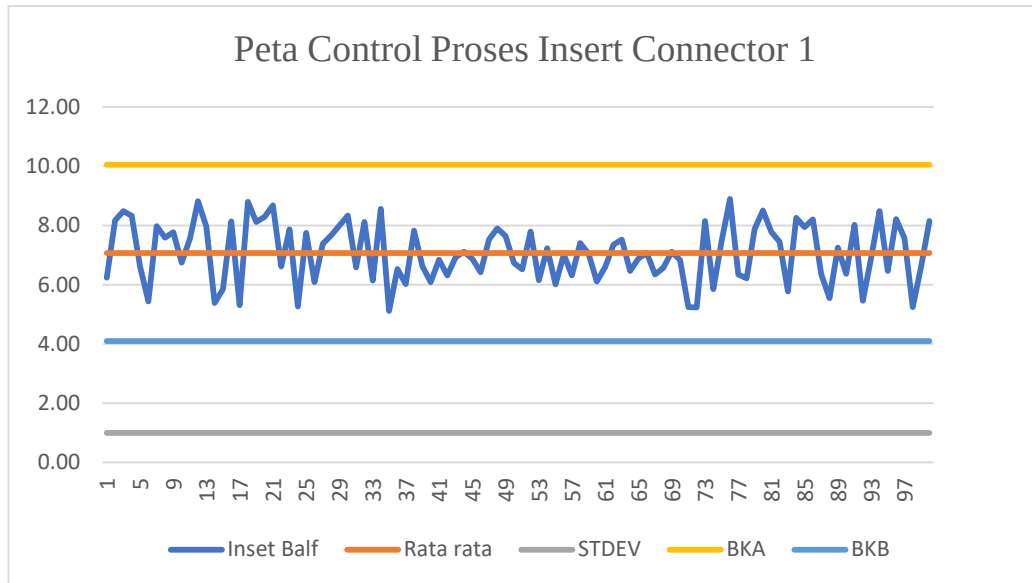
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (6.24 - 7.07)^2 + (8.18 - 7.07)^2 + \dots + (6.61 - 7.07)^2 + (8.15 - 7.07)^2}{100 - 1}} \\ &= 0.99 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 7.07 + 3(0.99) = 10.06$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 7.07 - 3(0.99) = 4.09$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 5103.01 - 5000521.48}}{707.48} \right]^2 = 31.26 \approx 32 \text{ data}$$

Karena $N' = 32 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Insert Connector 1* sudah memenuhi kecukupan data.

6. Insert Connector 2

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{9.73 + 11.78 + \dots + 10.24 + 6.81}{100} \\ &= \frac{889.34}{100} = 8.89 \text{ detik} \end{aligned}$$

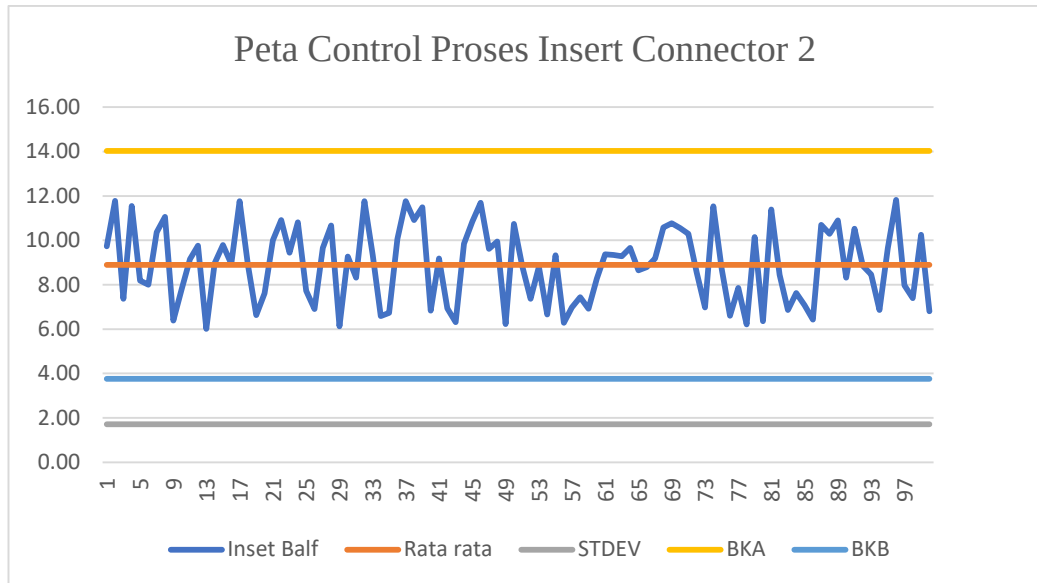
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (9.73 - 8.89)^2 + (11.78 - 8.89)^2 + \dots + (10.24 - 8.89)^2 + (6.81 - 8.89)^2}{100 - 1}} \\ &= 1.71 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 8.89 + 3(1.71) = 14.03$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 8.89 - 3(1.71) = 3.76$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 8199.05 - 790919.78}}{889.34} \right]^2 = 58.63 \approx 59 \text{ data}$$

Karena $N' = 59 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Insert Connector 2* sudah memenuhi kecukupan data.

7. Insert Connector 3

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{9.0 + 7.95 + \dots + 9.91 + 5.94}{100} \\ &= \frac{803.09}{100} = 8.03 \text{ detik} \end{aligned}$$

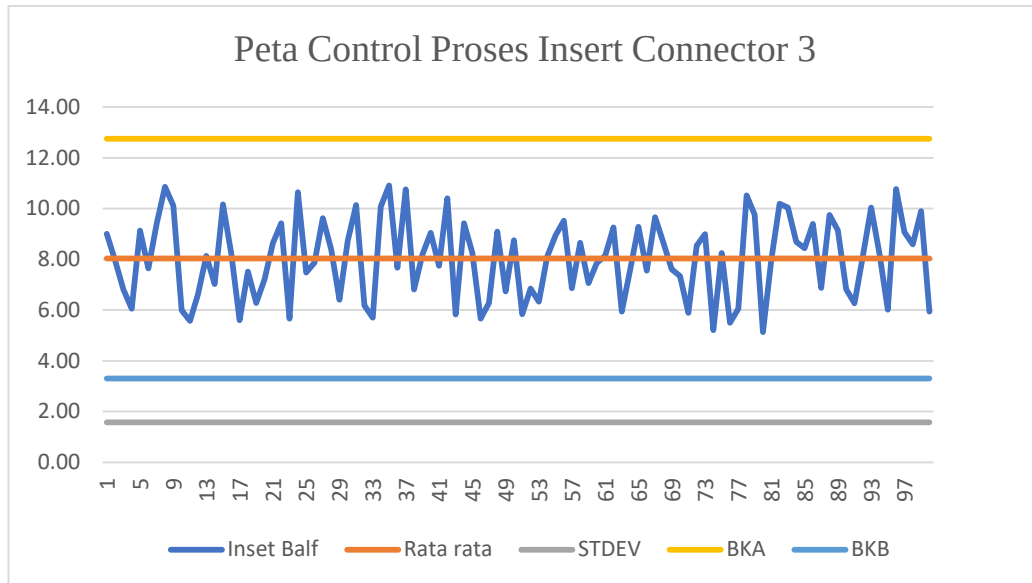
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (9.0 - 8.03)^2 + (7.95 - 8.03)^2 + \dots + (9.91 - 8.03)^2 + (5.94 - 8.03)^2}{100 - 1}} \\ &= 1.57 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 8.03 + 3(1.57) = 12.75$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 8.03 - 3(1.57) = 3.31$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 6695.06 - 644957.59}}{803.09} \right]^2 = 60.89 \approx 61 \text{ data}$$

Karena $N' = 61 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Insert Connector 3* sudah memenuhi kecukupan data.

8. Tapping Kunci

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{14.74 + 10.39 + \dots + 15.15 + 12.89}{100} \\ &= \frac{1368.05}{100} = 13.68 \text{ detik} \end{aligned}$$

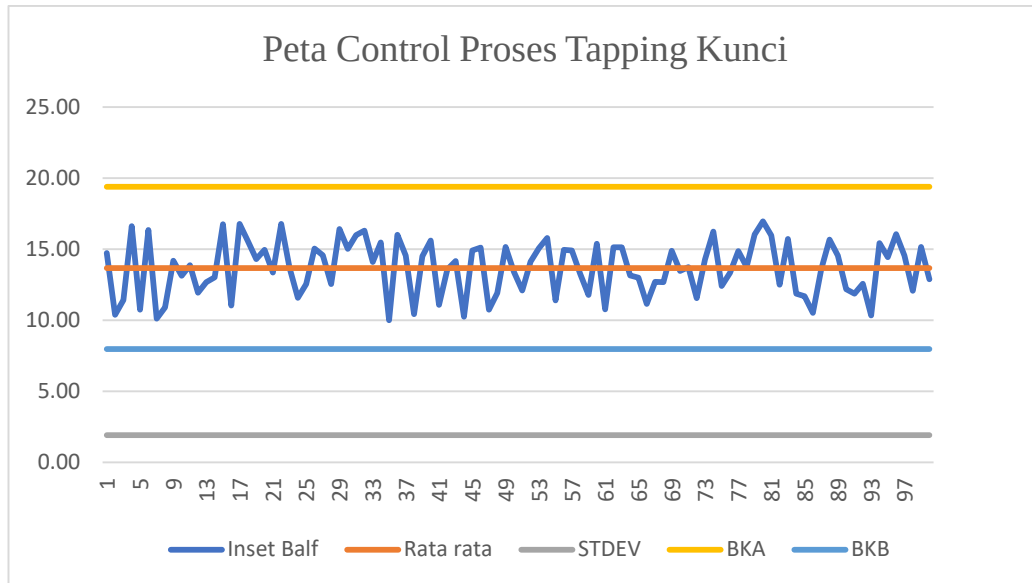
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (14.74 - 13.68)^2 + (10.39 - 13.68)^2 + \dots + (15.15 - 13.68)^2 + (12.89 - 13.68)^2}{100 - 1}} \\ &= 1.9 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 13.68 + 3(1.9) = 19.39$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 13.68 - 3(1.9) = 7.97$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 19074.45 - 1871552.25}}{1368.05} \right]^2 = 30.68 \approx 31 \text{ data}$$

Karena $N' = 31 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Tapping Kunci* sudah memenuhi kecukupan data.

9. Tapping Connector

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{44.71 + 48.13 + \dots + 59.37 + 65.37}{100} \\ &= \frac{5761.29}{100} = 57.61 \text{ detik} \end{aligned}$$

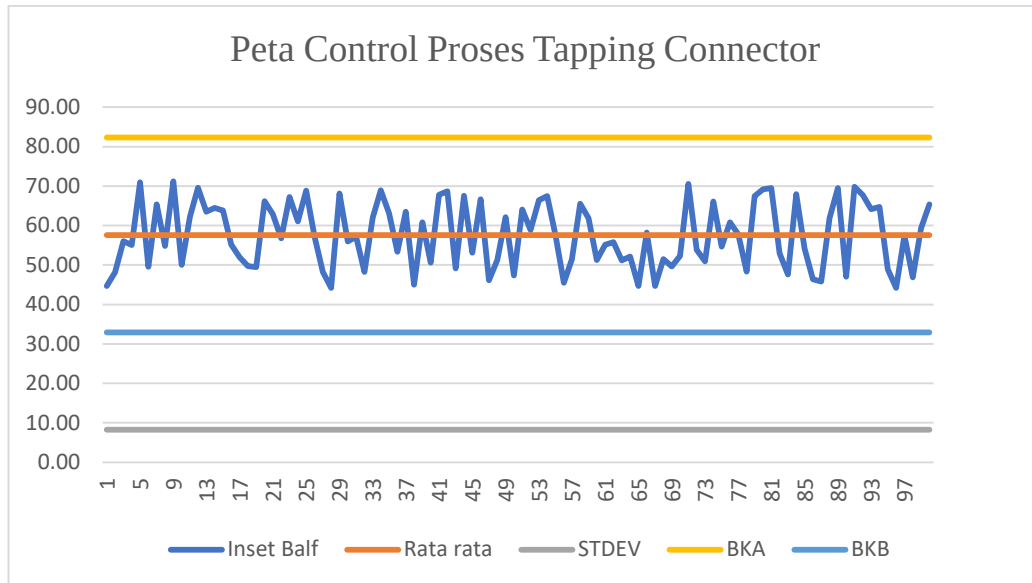
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (44.71 - 57.61)^2 + (48.13 - 57.61)^2 + \dots + (59.37 - 57.61)^2 + (65.37 - 57.61)^2}{100 - 1}} \\ &= 8.24 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 57.61 + 3(8.24) = 82.33$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 57.61 - 3(8.24) = 32.9$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 338644.51 - 33192426.4}}{5761.29} \right]^2 = 32.39 \approx 33 \text{ data}$$

Karena $N' = 33 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses *Tapping Connector* sudah memenuhi kecukupan data.

10. Pasang Clip

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{20.02 + 16.17 + \dots + 23.88 + 16.5}{100} \\ &= \frac{1954.88}{100} = 19.55 \text{ detik} \end{aligned}$$

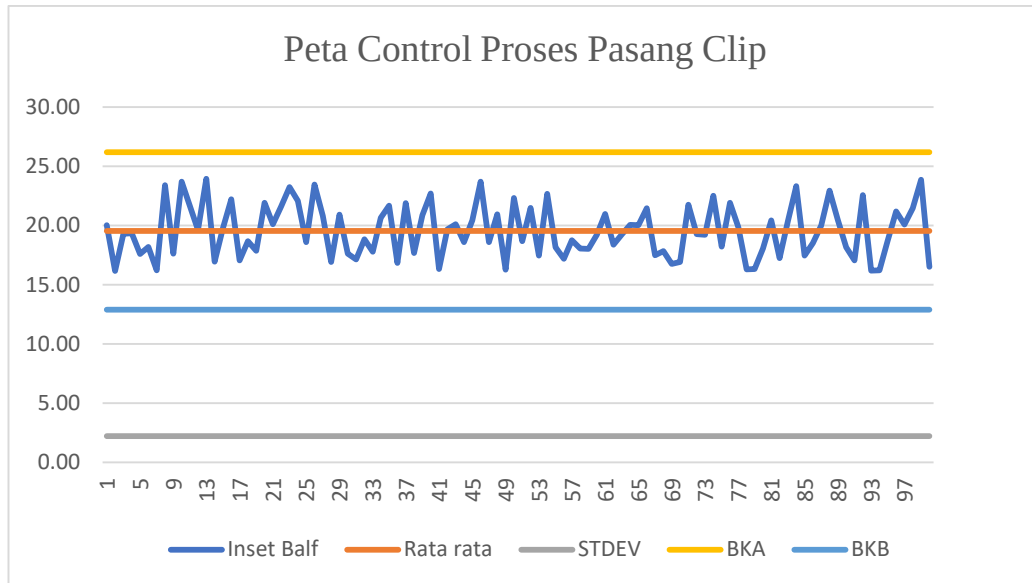
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (20.02 - 19.55)^2 + (16.17 - 19.55)^2 + \dots + (23.88 - 19.55)^2 + (16.5 - 19.55)^2}{100 - 1}} \\ &= 2.22 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 19.55 + 3(2.22) = 26.2$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 19.55 - 3(2.22) = 12.9$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 38702.17 - 3821568.01}}{1954.88} \right]^2 = 20.36 \approx 21 \text{ data}$$

Karena $N' = 21 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses Pasang *Clip* sudah memenuhi kecukupan data.

11. PQC/Visual

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{30.73 + 26.05 + \dots + 26.71 + 23.91}{100} \\ &= \frac{2627.84}{100} = 26.28 \text{ detik} \end{aligned}$$

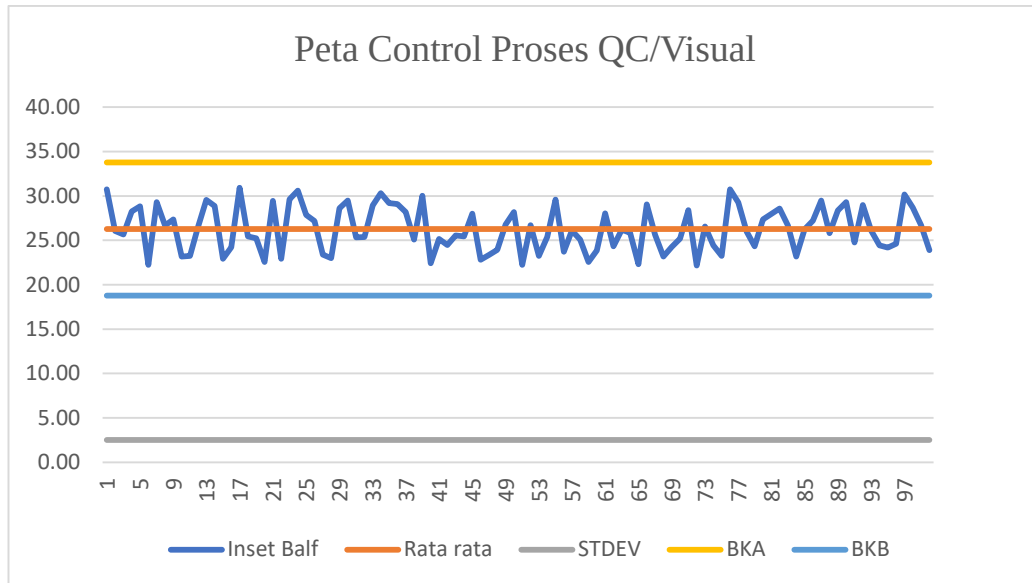
$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi} &= \sqrt{\frac{\sum (30.73 - 26.28)^2 + (26.05 - 26.28)^2 + \dots + (26.71 - 26.28)^2 + (23.91 - 26.28)^2}{100 - 1}} \\ &= 2.5 \end{aligned}$$

Dengan $k=3$ (untuk memastikan proses **dalam kendali statistik**), maka:

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma = 26.28 + 3(2.5) = 33.78$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma = 26.28 - 3(2.5) = 18.78$$

Dengan perhitungan yang dilakukan tersebut dapat dijadikan grafik yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Perhitungan Jumlah data yang diperlukan menggunakan persamaan (2.9)

$$N' = \left[\frac{\frac{2}{0.05} \sqrt{100 \times 69674.42 - 6905566.84}}{2627.84} \right]^2 = 14.33 \approx 15 \text{ data}$$

Karena $N' = 15 < N = 100$, maka dapat disimpulkan bahwa data pada proses QC/Visual sudah memenuhi kecukupan data.

Lampiran 2 Pengukuran *Time Study*

Waktu Siklus merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk dalam penelitian ini waktu siklus yang digunakan adalah waktu obeservasi rata rata setiap proses. Adapun rekapitulasi waktu siklus untuk masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

No	Proses	Waktu Siklus (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	7.48
2	<i>Tapping Joint</i>	12.10
3	Pasang <i>Ring</i>	10.70
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	7.04
5	<i>Insert Connector 1</i>	7.07
6	<i>Insert Connector 2</i>	8.89
7	<i>Insert Connector 3</i>	8.03
8	<i>Tapping Kunci</i>	13.68
9	<i>Tapping Connector</i>	57.61
10	Pasang <i>Clip</i>	19.55
11	<i>Quality Control</i>	26.28

Waktu Normal merupakan hasil dari waktu siklus yang dikalikan dengan *performance rating*. Berdasarkan pengamatan yang dilkukan di PT. Chakra Tunggal Elektrindo, perhitungan *performance rating* diperlukan untuk mendapatkan waktu normal pada proses yang melibatkan tenaga manual dari setiap pekerjaanya. Pada peneltian ini *performance rating* yang digunakan adalah 100% karena tidak dilakukan perubahan terhadap proses yang diamati sehingga waktu normal pada masing-masing prosesnya sama besarnya dengan waktu siklusnya. Berikut perhitungan waktu normal di Assembly line SE-085 menggunakan persamaan (2.1).

1. *Insert Balf*

$$Wn = 7.48 \times 100\% = 7.48 \text{ detik}$$

2. *Tapping Joint*

$$Wn = 12.1 \times 100\% = 12.1 \text{ detik}$$

3. Pasang *Ring*

$$Wn = 10.7 \times 100\% = 10.7 \text{ detik}$$

4. Pasang *Cube & Cover*

$$Wn = 7.04 \times 100\% = 7.04 \text{ detik}$$

5. *Insert Connector 1*

$$Wn = 7.07 \times 100\% = 7.07 \text{ detik}$$

6. *Insert Connector 2*

$$Wn = 8.89 \times 100\% = 8.89 \text{ detik}$$

7. *Insert Connector 3*

$$Wn = 8.03 \times 100\% = 8.03 \text{ detik}$$

8. *Tapping Kunci*

$$Wn = 13.68 \times 100\% = 13.68 \text{ detik}$$

9. *Tapping Connector*

$$Wn = 57.61 \times 100\% = 57.61 \text{ detik}$$

10. Pasang *Clip*

$$Wn = 19.55 \times 100\% = 19.55 \text{ detik}$$

11. *Quality contro/Visual.*

$$Wn = 26.28 \times 100\% = 26.28 \text{ detik}$$

Untuk rekapitulasi dari data waktu normal pada masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

No	Proses	Waktu Normal (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	7.48
2	<i>Tapping Joint</i>	12.10
3	Pasang <i>Ring</i>	10.70
4	Pasang <i>Tube & Cover</i>	7.04
5	<i>Insert Connector 1</i>	7.07
6	<i>Insert Connector 2</i>	8.89
7	<i>Insert Connector 3</i>	8.03
8	<i>Tapping Kunci</i>	13.68
9	<i>Tapping Connector</i>	57.61
10	Pasang <i>Clip</i>	19.55
11	<i>Quality Control</i>	26.28

Setelah diperoleh waktu siklus dan waktu normal, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu standar (waktu baku) untuk setiap proses. Waktu standar

dihitung dengan mempertimbangkan faktor *allowance*, yaitu kelonggaran yang diberikan untuk mengakomodasi kebutuhan istirahat, kelelahan operator, serta hambatan yang tidak dapat dihindari selama proses produksi.

Persentase *allowance* ditentukan berdasarkan karakteristik pekerjaan yang bersifat repetitif dengan waktu siklus relatif singkat serta dilakukan secara terus-menerus selama jam kerja. *Allowance* pada penelitian ini ditetapkan lebih tinggi dibandingkan pekerjaan otomatis karena proses *assembly wiring harness* masih didominasi oleh aktivitas manual dan dilakukan secara repetitif oleh operator. Selain itu, proses kerja melibatkan aktivitas handling komponen, ketelitian visual yang cukup tinggi, serta dilakukan dalam durasi kerja yang panjang sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan kerja (*fatigue*). Berdasarkan literatur pengukuran kerja, *allowance* untuk kondisi tersebut berada pada rentang 15%–20%. Oleh karena itu, penggunaan *allowance* rendah seperti 5%–10% dinilai kurang mampu merepresentasikan kondisi kerja aktual pada lini *assembly*. Dengan mempertimbangkan karakteristik pekerjaan tersebut, *allowance* sebesar 18% dipilih karena dianggap lebih sesuai dengan kondisi operator selama proses produksi berlangsung dan paling dapat merepresentasikan kondisi aktual di lapangan berdasarkan hasil observasi. Perhitungan waktu standar di Assembly line SE-085 menggunakan persamaan (2.3).

1. *Insert Balf*

$$Wb = \frac{7.48}{1 - 0.18} = 9.12 \text{ detik}$$

2. *Tapping Joint*

$$Wb = \frac{12.1}{1 - 0.18} = 14.75 \text{ detik}$$

3. *Pasang Ring*

$$Wb = \frac{10.7}{1 - 0.18} = 13.05 \text{ detik}$$

4. *Pasang Cube & Cover*

$$Wb = \frac{7.04}{1 - 0.18} = 8.58 \text{ detik}$$

5. *Insert Connector 1*

$$Wb = \frac{7.07}{1 - 0.18} = 8.63 \text{ detik}$$

6. *Insert Connector 2*

$$Wb = \frac{8.89}{1 - 0.18} = 10.85 \text{ detik}$$

7. *Insert Connector 3*

$$Wb = \frac{8.03}{1 - 0.18} = 9.79 \text{ detik}$$

8. *Tapping Kunci*

$$Wb = \frac{13.68}{1 - 0.18} = 16.68 \text{ detik}$$

9. *Tapping Connector*

$$Wb = \frac{57.61}{1 - 0.18} = 70.26 \text{ detik}$$

10. *Pasang Clip*

$$Wb = \frac{19.55}{1 - 0.18} = 23.84 \text{ detik}$$

11. *Quality contro/Visual.*

$$Wb = \frac{26.28}{1 - 0.18} = 32.05 \text{ detik}$$

Untuk rekap data hasil perhitungan waktu standar untuk masing-masing proses dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

No	Proses	Waktu Standar (detik)
1	<i>Insert Balf</i>	9.12
2	<i>Tapping Joint</i>	14.75
3	<i>Pasang Ring</i>	13.05
4	<i>Pasang Tube & Cover</i>	8.58
5	<i>Insert Connector 1</i>	8.63
6	<i>Insert Connector 2</i>	10.85
7	<i>Insert Connector 3</i>	9.79
8	<i>Tapping Kunci</i>	16.68
9	<i>Tapping Connector</i>	70.26
10	<i>Pasang Clip</i>	23.84
11	<i>Quality Control</i>	32.05

Lampiran 3 QM for Window

Hasil tangkapan layar dari proses penggunaan *tools* QM for Window untuk membantu menentukan dan memverifikasi hasil dari penentuan pembagian *Workstation*, alokasi proses dan perubahan tingkat efisiensi dari *assembly line* SE-085.

1. Input Data

Method		Cycle time computation		Task time unit	
Ranked positional we		☒ Given	70.26	☐ Computed	
				Seconds	

TASK	Seconds	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6
A	9.12						
B	14.75	A					
C	13.05	A					
D	8.58	B	C				
E	8.63	D					
F	10.85	D					
G	9.79	D					
H	16.68	E	F	G			
I	70.26	E	F	G			
J	23.84	H	I				
K	32.05	J					

2. Output

Method		Cycle time computation		Task time unit	
Ranked positional weight		☒ Given	70.26	☐ Computed	
				Seconds	

Station	Task	Time (Seconds)	Time left (Seconds)	Ready tasks (positional wt)
1	A	9.12		B(195.43),C(...)
	B	14.75		C(193.73)
	C	13.05		D(180.68)
	D	8.58		E(151.46),F(...)
	F	10.85		E(151.46),G(...)
	G	9.79		E(151.46)
2	E	8.63		H(72.57),I(12...
	H	16.68		I(126.15)
3	I	70.26		J(55.89)
4	J	23.84		K(32.05)
	K	32.05	14.37	

Summary Statistics				
Cycle time	70.26	Seconds		
Min (theoretical) # of stations	4			
Actual # of stations	4			
Time allocated (cycle time * # stations)	281.04	Seconds/cycle		
Time needed (sum of task times)	217.6	Seconds/unit		
Idle time (allocated-needed)	63.44	Seconds/cycle		
Efficiency (needed/allocated)	77.43%			
Balance Delay (4 efficiency)	22.57%			

Assembly Line Balancing | Solution Screen | Taylor's Introduction to Management Science Textbook

