

SKRIPSI

**PENERAPAN KONSEP *LINE BALANCING* PADA PROSES
PRODUKSI SABLON BAJU DENGAN MENGGUNAKAN
PENDEKATAN METODE HEURISTIK
(STUDI KASUS: UMKM KMNL SABLON)**



Disusun Oleh:

AHMAD FAHMI IDRIS

D071181506

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

***PENERAPAN KONSEP LINE BALANCING PADA PROSES PRODUKSI SABLON BAJU
DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE HEURISTIK
(STUDI KASUS: UMKM KMNL SABLON)***

diajukan oleh

AHMAD FAHMI IDRIS

D071181506

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada 25 Juni 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr.Eng.Ir.Irwan Setiawan,S.T., M.T.,IPM
NIP. 19760602 200501 1 002

Pembimbing Pendamping,



Ir. A. Besse Riyani Indah, S.T..M.T.,IPM
NIP. 19760602 200501 1 002

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin,



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fahmi Idris

NIM : D071181506

Program Studi : Teknik Industri

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan berjudul

**PENERAPAN KONSEP *LINE BALANCING* PADA PROSES PRODUKSI
SABLON BAJU DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN METODE
HEURISTIK (STUDI KASUS: UMKM KMNL SABLON)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasikan oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari dosen pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 Juni 2024

Yang Menyatakan Tanda Tangan


METERAI
TEMPEL
D071181506
AHMAD FAHMI IDRIS
NIM. D071181506

ABSTRAK

Line Balancing adalah lintasan produksi dimana material berpindah secara berlanjut dengan laju rata-rata yang sama melalui sejumlah stasiun kerja, tempat dilakukannya pekerjaan perakitan. UMKM KMNL SABLON merupakan perusahaan yang memproduksi percetakan baju. Selama proses pengembangan bisnis, perusahaan telah memproduksi beberapa jenis percetakan antara lain baju kaos dan PDH/PDL. Hal ini mengakibatkan hambatan pada beberapa elemen kerja stasiun bahan baku diletakkan di lokasi yang sama. Pada penelitian ini penulis berfokus pada percetakan baju kaos. Adapun metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Ranked Positioning Weight (RPW)*, *Largest Candidate Rules (LCR)* and *Region Approach (RA)*. Hasil penelitian didapatkan bahwa metode *Largest Candidate Rules (LCR)* merupakan metode yang paling optimal untuk digunakan karena memiliki nilai *line efficiency* 72,75% *balance delay* sebesar 27,25% dan nilai *smoothing index* sebesar 1798,87 detik dengan 8 stasiun kerja. Dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rules (LCR)* juga memberikan usulan perbaikan layout perusahaan.

Kata Kunci: Keseimbangan Lintasan, Metode Heuristik, Produksi Cetak



ABSTRACT

Line Balancing is a production path where material moves continuously at the same average rate through a number of work stations, where assembly work is carried out. UMKM KMNL SABLON is a company that produces clothing printing. During the business development process, the company has produced various types of printing, including t-shirts and PDH/PDL. This results in obstacles to several elements of the raw material workstation that are placed in the same location. In this research the author focuses on t-shirt printing. The methods used in this research are the Ranking Positioning Weight (RPW), Largest Candidate Rules (LCR) and Region Approach (RA) methods. The research results showed that the Largest Candidate Rules (LCR) method is the most optimal method to use because it has a line efficiency value of 72.75%, balance delay of 27.25% and a smoothing index value of 1798.87 seconds with 8 work stations. Using the Largest Candidate Rules (LCR) method also provides suggestions for improving the company layout. Keywords: Track Balance, Heuristic Method, Print Production



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Sholawat dan salam senantiasa kita curahkan kepada nabi besar Muhammad SAW. Berkat segala rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Penerapan Konsep *LineBalancing* pada Proses Produksi Sablon Baju dengan Menggunakan Metode Pendekatan Metode Heuristik (Studi Kasus: UMKM KMNL Sablon)” Tugas akhir ini dapat selesai berkat bantuan baik pikiran, tenaga, dukungan, maupun doa dari banyak pihak. Pada halaman kata pengantar ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Idris dan Almh. Ibu Nurjannah yang selalu hadir dengan cinta, doa dan senantiasa memberikan segala yang mereka punya untuk penulis.
2. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., MT., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Industri FT-UH.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, S.T., M.T., IPM selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, S.T., M.T., IPM selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu serta memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Dwi Handayani, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang memberi saran serta masukan dalam perbaikan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Departemen Teknik Industri FT-UH yang telah berjasa dalam membantu penulis menyelesaikan masa studinya.
6. Ketiga saudara-saudari dan segenap keluarga penulis, terkhusus adik penulis tercinta Deapati Idris yang sangat membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman FEAZ18LE dan Anak Teknik 2018 yang telah menemani penulis dari masa hitam putih, kembali ke hitam putih.
8. Andini Eka Putri yang selalu mensupport penulis untuk menyelesaikan masa studinya.
9. Terakhir untuk diri saya sendiri yang telah mau dan bisa menyelesaikan tanggung jawab sebagai Mahasiswa dan juga anak.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR RUMUS.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Definisi Line Balancing	6
2.2 Uji Statistik Data.....	9
2.3 Waktu Siklus, Waktu Normal, Waktu Baku	10
2.4 Precedence Diagram	12
2.5 Langkah – Langkah dalam Pemecahan Masalah Line Balancing.....	12
2.6 Flexible Line Balancing (FLB).....	13
2.7 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	17
3.3 Sumber Data.....	17
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.5 Flowchart Penelitian	20
3.6 Kerangka Pikir	21
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	22
4.1 Pengumpulan Data	22
4.1.1 Daftar Elemen Kerja Produksi Sablon Baju.....	22
4.2 Data Pengamatan.....	24
4.3 Uji Kecukupan Data dan Uji Keseragaman Data.....	25
4.4 Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku	28
4.4.1 Pehitungan Waktu Siklus	28
4.4.2 Perhitungan Waktu Normal.....	29
4.4.3 Perhitungan Waktu Baku	30
4.5 Precedence Chart dan Precedence Diagram.....	31
4.6 Penentuan Cycle Time	32
4.7 Kondisi Awal Perusahaan	32

4.8 Metode Penyeimbangan Lintasan	33
4.8.1 Ranked Positional Weight (RPW)	34
4.8.2 Largest Candidate Rule (LCR).....	37
4.8.3 Region Approach	39
4.9 Rekapitulasi Hasil Penyeimbangan Lintasan Produksi.....	40
4.10 Pembahasan.....	40
4.10.1 Data Hasil Pengamatan	40
4.10.2 Kondisi Awal Perusahaan	41
4.10.3 Analisa Keseimbangan Lini Produksi dengan Metode RPW.....	42
4.10.4 Analisa Keseimbangan Lini Produksi dengan Metode LCR.....	43
4.10.5 Analisa Keseimbangan Lini Produksi dengan Metode RA.....	44
4.10.6 Perbandingan Performansi Setiap Metode	44
BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
5.2.1 Saran untuk Perusahaan	47
5.2.2 Saran untuk Peneliti Selanjutnya.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50
Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan.....	50
Lampiran 2.....	52
Lampiran 3.....	53
Lampiran 4.....	54
Lampiran 5.....	56
Lampiran 6.....	57
Lampiran 7.....	58
Lampiran 8.....	59
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Flowchart Penelitian	20
Gambar 2. Kerangka Berpikir	21
Gambar 3. Flowchart Produksi Sablon Baju	24
Gambar 4. <i>Control Chart</i> Elemen Kerja 1	28
Gambar 5. <i>Precedence</i> Diagram Kondisi Awal Proses Pembuatan Sablon Baju ..	32
Gambar 6. <i>Precedence</i> Diagram Usulan Proses Pembuatan Sablon Baju	34



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian terdahulu	14
Tabel 2. Nama dan Keahlian Pekerja UMKM KMNL SABLON.....	18
Tabel 3. Daftar <i>Elemen Kerja</i>	22
Tabel 4. Tabel Pengamatan Elemen Kerja 1	25
Tabel 5. Tabel Pengamatan Elemen Kerja 1	25
Tabel 6. Tabel Uji Kecukupan Data	26
Tabel 7. Pengamatan Elemen Kerja 1	27
Tabel 8. Uji Keseragaman Data.....	28
Tabel 9. Waktu Siklus Tiap Elemen Kerja.....	29
Tabel 10. Faktor Penyesuaian menurut Westinghouse.....	29
Tabel 11. Faktor Penyesuaian menurut Tabel Objektif.....	29
Tabel 12. Waktu Normal Tiap Elemen	30
Tabel 13. Faktor Kelonggaran.....	30
Tabel 14. Waktu Baku Tiap Elemen Kerja	31
Tabel 15. <i>Precedence Chart</i>	31
Tabel 16. Efisiensi Kondisi Awal Perusahaan	32
Tabel 17. Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja RPW	36
Tabel 18. Elemen Kerja Pendahulu LCR	37
Tabel 19. Urutan Waktu Baku LCR.....	37
Tabel 20. Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja LCR.....	38
Tabel 21. Pembagian Wilayah berdasarkan Metode RA.....	39
Tabel 22. Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja RA.....	39
Tabel 23. Rekapitulasi Penyeimbangan Lintasan Produksi	40
Tabel 24. Stasiun Kerja pada Kondisi Awal	41
Tabel 25. Performansi Lini Produksi pada Kondisi Awal.....	41
Tabel 26. Stasiun Kerja menggunakan Metode RPW	42
Tabel 27. Performansi Lini Produksi dengan Metode RPW	42
Tabel 28. Stasiun Kerja menggunakan Metode LCR.....	43
Tabel 29. Performansi Lini Produksi dengan Metode LCR.....	43
Tabel 30. Performansi Lini Produksi Menggunakan Metode RA.....	44
Tabel 31. Performansi Lini Produksi dengan Metode RA	44
Tabel 32. Perbandingan Performansi Setiap Metode	45

DAFTAR RUMUS

Batas Kontrol Atas (1).....	9
Batas Kontrol Bawah (2).....	9
Uji Kecukupan Data (3).....	10
Waktu Siklus (4).....	11
Waktu Normal (5).....	11
Waktu Baku (6).....	11



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan produksi merupakan strategi jangka menengah yang dapat mengoptimalkan implementasi industri. Produktivitas tinggi menjelaskan bahwa kinerja perencanaan produksi berjalan dengan baik. Setiap perusahaan akan berusaha semaksimal mungkin untuk terus menerus melakukan peningkatan kualitas dan kuantitas produksinya supaya terus mendapat kepercayaan dari para konsumennya. Peningkatan tersebut dapat diperoleh dengan cara memperbaiki proses proses produksi yang masih terhambat dengan cara menyeimbangkan lintasan, menambah tenaga kerja atau menambah mesin-mesin yang sudah tersedia. Karena alasan efisiensi biaya, hambatan yang terjadi pada sebuah perusahaan akan condong diselesaikan dengan metode penyeimbangan lintasan atau yang biasa disebut *Line Balancing* (Chirzun et al., 2017).

Line Balancing adalah lintasan produksi dimana material berpindah secara berlanjut dengan laju rata-rata yang sama melalui sejumlah stasiun kerja, tempat dilakukannya pekerjaan perakitan. Tujuan dari penerapan *line balancing* dalam pelaksanaan proses produksi adalah pembebanan yang seimbang disetiap stasiun kerja dengan kecepatan produksi yang diinginkan, beban stasiun kerja diukur dengan besaran waktu, penurunan jumlah stasiun kerja, pengurangan jumlah waktu menganggur disetiap stasiun kerja, dan memperoleh efisiensi kerja yang tinggi, dan untuk mencapai target produksi sesuai dengan rencana produksi (Aripin & Kurniawan, 2019).

Pengukuran *line balancing* dilakukan pada UMKM KMNL SABLON masalah yang dihadapi oleh *terjadi* penumpukan produk di beberapa stasiun. Hal ini disebabkan karena sebelumnya bisnis awal perusahaan ini hanya memproduksi sablon kaos saja, setelah itu perusahaan berkembang dan memproduksi lebih banyak variasi produk seperti PDH/PDL, Polo Tshirt. Setelah dilakukan pengembangan, ternyata terjadi hambatan terkait tidak efisiennya proses produksi berjalan pada beberapa elemen pekerjaan karena adanya elemen kerja yang memakan banyak waktu di proses produksi. Elemen kerja tersebut terdapat di

elemen kerja pertama dan elemen kerja kelima, proses ini dilakukan di lokasi yang sama. Untuk waktu pengerjaan elemen kerja pertama proses afdruck ialah 5 menit- 8 menit dan untuk waktu pengerjaan elemen kerja kelima pengeringan afdruck (setelah merekam film di *screen*) ialah 20 menit- 30 menit. Elemen kerja yang bisa dioperasikan untuk menunggu selesainya proses pengeringan afdruck yaitu pengerjaan mixing tinta karena proses tersebut tidak membutuhkan *screen*.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, diketahui dalam memproduksi belum melakukan penyeimbangan lintasan produksi dalam proses produksinya, sehingga sering terjadi ketidakseimbangan beban kerja pada stasiun kerja yang mengakibatkan sering terjadi keterlambatan terutama pada saat permintaan konsumen meningkat, perusahaan sering kali mengalami kesulitan dalam mengatur lini produksinya.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis melakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja karyawan dari perusahaan tersebut dengan menyeimbangkan penugasan elemen kerja ke stasiun kerja dengan meminimumkan banyaknya *workstation* dengan menggunakan metode *heuristic*. Metode *heuristic* tidak menjamin hasil yang optimal. Namun metode ini dirancang untuk mendapatkan hasil yang relatif baik dengan mengacu pada batasan batasan tertentu.

Adapun metode *heuristic* yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Ranked Positioning Weight* (RPW), *Region Approach* (RA), dan *Largest Candidate Rules* (LCR). Metode *Ranked Positional Weight* atau metode bobot posisi merupakan metode *heuristic* yang paling awal dikembangkan metode ini memiliki kelebihan dari *kecepatan* eksekusi disebabkan dari cara penggunaan yang sederhana seperti melakukan pembobotan, pengurutan dan penempatan pekerjaan kedalam stasiun kerja. Menurut Ekoanindiyo dkk dalam (Mughni & Pusipita Sari, 2021) Pada prinsipnya metode *Region Approach* berusaha membebaskan terlebih dahulu pada operasi yang memiliki tanggung jawab keterdahuluan yang besar. Metode ini dikembangkan oleh Bedworth untuk mengatasi kekurangan bobot posisi. Metode *Largest Candidate Rules* merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan yang sederhana sehingga mudah untuk diaplikasikan dalam lini produksi yang ada (Rachman & Santoso, 2019).

Berdasarkan *permasalahan* diatas, maka penulis mengambil judul **“Penerapan Konsep *Line Balancing* Pada Proses Produksi Sablon Baju Dengan Pendekatan Heuristic Studi Kasus : UMKM KMNL SABLON”**



1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana elemen kerja dan waktu yang di butuhkan selama proses produksi sablon baju pada UMKM KMNL SABLON?
2. Bagaimana hasil perhitungan penerapan metode RPW, LCR dan RA pada perusahaan?
3. Bagaimana perbandingan hasil *line balancing* untuk meningkatkan efisiensi perusahaan menggunakan metode RPW, LCR dan RA?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah untuk objek penelitian, antara lain:

1. Objek yang diteliti hanya baju kaos.
2. Pengerjaan sablon masih melakukan secara manual.
3. Pengambilan data setiap elemen kerja sebanyak 30 kali.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Menentukan elemen kerja dan waktu yang di butuhkan selama proses produksi sablon baju pada UMKM KMNL SABLON.
2. Hasil perhitungan penerapan metode RPW, LCR dan RA pada perusahaan.
3. Membandingkan hasil *line balancing* untuk meningkatkan efisiensi perusahaan menggunakan metode RPW, LCR dan RA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Memperbaiki aliran kerja pada garis produksi untuk meningkatkan produktivitas dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.
 - b. Menurunkan biaya produksi dengan memperpendek waktu produksi dan meningkatkan efisiensi produksi.
 - c. Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyelesaikan pesanan lebih cepat dan mengurangi waktu tunggu.

2. Bagi Akademisi
 - a. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang manajemen operasi dan strategi produksi.
 - b. Memperkaya literatur dan referensi mengenai penerapan line balancing dengan metode heuristik pada produksi.
3. Bagi Penulis
 - a. Memberikan pengalaman dan pemahaman lebih dalam dalam melakukan penelitian.
 - b. Meningkatkan keterampilan dalam analisis data dan pembuatan kesimpulan.
 - c. Menambah portofolio penelitian yang dapat digunakan sebagai referensi pada penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Line Balancing*

2.1.1. Definisi *Line Balancing*

Line balancing adalah metode yang digunakan untuk merencanakan lintasan yang berkaitan dengan aspek waktu. Tujuan pokok dari penggunaan metode *line balancing* ini adalah untuk mengurangi atau meminimalkan waktu menganggur pada lintasan yang dilalui benda kerja, dimana *output* lintasan ditentukan oleh operasi yang paling lambat. Dalam upaya untuk menyeimbangkan lintasan produksi maka tujuan utama yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang tinggi disetiap stasiun kerja dan berusaha untuk memenuhi produksi yang telah ditetapkan. Sehingga diupayakan untuk mengurangi perbedaan waktu operasi antara stasiun kerja dan memperkecil *idle time* (Hestin Sri, 2017).

Menurut Gaspersz dalam (Panudju et al., 2018) *line balancing* merupakan penyeimbangan penugasan elemen- elemen tugas dari suatu *assembly line* ke *work station* untuk meminimumkan banyaknya *work station* dan meminimumkan total *idle time* pada semua stasiun untuk tingkat *output* tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.

2.1.2. Tujuan dan Manfaat *line balancing*

Menurut Merengo, dkk. dalam (Aripin & Kurniawan, 2019) tujuan dari penerapan *line balancing* dalam pelaksanaan proses produksi adalah pembebanan yang seimbang disetiap stasiun kerja dengan kecepatan produksi yang diinginkan, beban stasiun kerja diukur dengan besaran waktu, penurunan jumlah stasiun kerja, pengurangan jumlah waktu menganggur disetiap stasiun kerja, dan memperoleh efisiensi kerja yang tinggi, dan untuk mencapai target produksi sesuai dengan rencana produksi.

2.1.3. Metode-metode dalam *line balancing*

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan *line balancing*. Secara umum terdapat dua metode dasar, yaitu :

a. Metode Analitik (matematik)

Merupakan metode yang dapat menghasilkan suatu solusi optimal. Metode *line balancing* ini, mempunyai karakteristik dalam pemecahan masalah, adalah dalam pendekatan secara kuantitatif atau matematis. Umumnya pendekatan ini menggunakan *operation research* dalam mengoptimalkan lintasan, seperti penggunaan (Aripin & Kurniawan, 2019)

1) *Linear programming*

Penggunaan *linear programming* untuk memecahkan masalah *line balancing* dengan memecahkan masalah ini dengan mengelompokkan operasi-operasi ke dalam sejumlah kombinasi dan menganalisa kemungkinan untuk menetapkan kombinasi-kombinasi tadi menjadi tugas sepanjang lintasan *assembling*. Akan tetapi dengan menggunakan *linear programming* melibatkan banyak persamaan-persamaan matematis dan sejumlah variabel untuk mendapatkan solusinya. Meskipun pendekatan ini eksak dan keoptimalannya dapat dijamin akan tetapi apabila persoalan lintasan *assembling* menjadi kompleks dan melibatkan banyak pekerjaan, maka pendekatan dengan *linear programming* ini menjadi tidak praktis.

2) *Dynamic programming*

Dalam (Rachman & Santoso, 2019) J.R. Jacson mengemukakan prosedur *dynamic programming* memiliki alternatif-alternatif yang kurang berharga. Eliminasi dilakukan berturut-turut pada tingkat analisa ke arah optimasi lintas *assembly*, dengan demikian jumlah alternatif dapat dibatasi. Hal ini dimaksudkan untuk menyederhanakan analisa persoalan yang dihadapi. Metode ini lebih cocok dihitung secara manual dan untuk operasi yang masih sedikit, dengan demikian metode ini menjadi kurang praktis dan memerlukan ketelitian dan usaha yang besar dalam memecahkan persoalan lintasan *assembling* yang berskala besar.

b. Metode *Heuristic*

Kata heuristic berasal dari bahasa Yunani kuno yang berarti menemukan metode baru untuk memecahkan masalah atau seni memecahkan masalah. Pada umumnya metode ini digunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang masih dalam proses penelitian berdasarkan logika umum atau merupakan adaptasi dari metode eksak yang merupakan pemecahan model-model yang lebih sederhana. Metode ini bertujuan menentukan solusi layak dari masalah-masalah yang sulit dipecahkan secara eksak (Zulfalah, 2011).

Berikut beberapa metode *heuristic* yang umum digunakan:

1) Menurut Heizer dan Render dalam (Purnamasari & Cahyana, 2004) Metode *Rangked Positional Weights* (RPW) Metode ini merupakan metode gabungan antara metode *Large Candidat Ruler* dengan metode *region approach*. Nilai RPW merupakan perhitungan antara elemen kerja tersebut dengan posisi masing-masing elemen kerja dalam *precedence* diagram. Langkah-langkah dari metode RPW adalah sebagai berikut:

- a) Membuat *precedence* diagram atau diagram jaringan kerja dari OPC.
- b) Menghitung waktu siklus
- c) Membuat matiks lintasan berdasarkan *precedence* diagram.
- d) Menghitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya
- e) Mengurutan operasi-operasi mulai bobot operasi terbesar sampai dengan terkecil.
- f) Menghitung jumlah stasiun kerja minimum
- g) Membuat *flow* diagram untuk stasiun kerja minimum tersebut lalu lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dari bobot operasi terbesar sampai dengan terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari waktu siklus yang diinginkan

- h) Melakukan *trial and error* untuk mendapatkan efisiensi lintasan yang paling tinggi.
- i) Menghitung *balance delay* lintasan.
- 2) *Largest Candidate Rule* (LCR): Metode *Largest Candidate Rule* merupakan metode yang paling mudah dimengerti. Pemilihan elemen pekerjaan yang baik dikerjakan pada sebuah stasiun kerja yang didasarkan pada nilai waktu elemen kerjanya (Aripin & Kurniawan, 2019).
- 3) Metode *Region Approach* (RA) atau metode pendekatan wilayah merupakan metode yang diperkenalkan oleh Kilbridge dan Webster (Kilbridge dan Webster, 1961). Pendekatan ini melibatkan pertukaran antara pekerjaan setelah diperoleh keseimbangan lintasan mula-mula. Dengan pendekatan ini kombinasi dari pekerjaan yang sesuai untuk pertukaran akan menjadi sangat kaku dan tidak layak untuk jaringan yang besar. (Dwitya, 2019)

2.2 Uji Statistik Data

2.2.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Uji keseragaman data dilakukan dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

- Membagi data ke dalam beberapa sub *group*.
- Menghitung rata-rata sub *group*.
- Menghitung standar deviasi dari waktu penyelesaian.
- Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata – rata sub *group*.
- Menghitung nilai Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) (Rachman, 2013).

$$\text{BKA} = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{BKB} = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

BAKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{P} = Persentase Produktif

\bar{n} = Jumlah jam pengamatan

Data yang dikatakan seragam berada di antara kedua batas kendali, dan tidak seragam jika berbeda di luar batas kendali.

2.2.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah proses pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diambil untuk penelitian sudah mencukupi untuk dilakukan perhitungan waktu baku. Pengujian kecukupan data dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut : (Idris, Delvika, Sari, Uthumporn, 2016).

a. Tingkat ketelitian

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum dari hasil perhitungan terhadap nilai waktu yang sebenarnya.

b. Tingkat Kepercayaan

Tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya probabilitas bahwa data yang sudah diambil berada dalam tingkat ketelitian yang sebelumnya telah ditentukan.

$$N' = \left(\frac{K \sqrt{N (\sum t^2) - (\sum xt)^2}}{\sum x} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

N' = Jumlah pengamatan yang diperlukan

N = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

K = Tingkat keyakinan

S = Tingkat ketelitian

X_i = Data ke- i

2.3 Waktu Siklus, Waktu Normal, Waktu Baku

2.3.1 Waktu Siklus

Menurut Ballard (2001) definisi waktu siklus (*cycle time*) adalah jumlah dari durasi kegiatan, antara kegiatan yang tumpang tindih dan ditambah jumlah dari

waktu antrian. Sementara menurut Hult (1998), waktu siklus (*cycle time*) didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan dari awal sampai akhir dari kegiatan yang terlibat di dalam proses rantai pasok (*supply chain*). Dari definisi di atas dapat diketahui bahwa waktu siklus (*cycle time*) tersebut merupakan suatu total waktu dari awal hingga akhir dari proses kegiatan, termasuk waktu tunggu. Menurut Sritomo (2003), rumus yang digunakan untuk menghitung waktu siklus sebagai berikut (Setiadewi et al., 2018):

$$W_s = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

X = Waktu siklus

x' = Waktu pengamatan

n = Jumlah pengamatan yang dilakukan

2.3.2 Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan faktor penyesuaian, yaitu waktu siklus rata-rata dikalikan dengan faktor penyesuaian atau biasa disebut *Rating Factor*. Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal.

Rating factor pada umumnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Untuk itu, maka waktu normal dapat diperoleh dari rumus berikut (Setiadewi et al., 2018):

$$W_n = W_s (1 + \text{Rating Factor}) \dots\dots\dots (5)$$

2.3.3 Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku ini sudah mencapai kelonggaran waktu (*allowancetime*). Waktu kelonggaran merupakan kelonggaran yang diberikan untuk menghilangkan rasa *fatigue* dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu baku sebagai berikut (Bashori & Umami, 2017):

$$W_b = W_n (1 + \text{Allowance}) \dots\dots\dots (6)$$

2.4 *Precedence Diagram*

PDM (*Precedence Diagram Method*) merupakan penjadwalan berbasis *node*. PDM merupakan metode penjadwalan yang dikembangkan dari diagram AOA atau diagram panah. PDM digambarkan dengan segi empat dan anak panah, anak panah hanya digunakan sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan yang bersangkutan. Penjadwalan dengan metode PDM membenarkan hubungan *overlapping* yaitu pekerjaan yang dapat dikerjakan tanpa harus menunggu pekerjaan terdahulunya terselesaikan sehingga pada metode PDM tidak ada kegiatan semu yang tidak membutuhkan waktu dan sumber daya.

PDM memiliki kelebihan bahwa hubungan *overlapping* yang berbeda, dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan dengan tampilan yang sederhana dan mudah dipahami. Ciri khas *precedence diagram method* adalah (Aripin & Kurniawan, 2019) :

- a. Kegiatan dinyatakan dalam visualisasi *node*/kotak dan lingkaran bukan dalam bentuk panah.
- b. Pada PDM tidak diperlukan kegiatan *dummy* dikarenakan anak panah hanya merupakan garis penghubung dengan arti tidak memiliki durasi.
- c. Hubungan anak panah / *network planning* menunjukkan ketergantungan antar kegiatan.

2.5 **Langkah – Langkah dalam Pemecahan Masalah *Line Balancing***

Menurut Gazpers dalam (Widyantoro et al., 2020) terdapat 10 langkah pemecahan masalah *line balancing*. Kesepuluh langkah pemecahan masalah *line balancing* adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi aktivitas yang akan dilakukan
- b. Menentukan waktu yang diperlukan untuk melaksanakan setiap tugas
- c. Menetapkan *precedence constraints*, jika ada yang berkaitan dengan setiap tugas
- d. Menentukan *output* dari *assembly line* yang diperlukan
- e. Menentukan waktu total yang tersedia untuk memproduksi *output*
- f. Menghitung *cycle time* yang dibutuhkan, misal: waktu diantara penyelesaian produk yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *output* yang diinginkan dalam batas toleransi dari waktu (batas waktu yang

- diizinkan).
- g. Memberikan penugasan terhadap pekerja atau mesin.
 - h. Menetapkan minimum banyaknya stasiun kerja (*work station*) yang dibutuhkan untuk memproduksi *output* yang diinginkan.
 - i. Menilai efektifitas dan efisiensi dari solusi.
 - j. Mencari terobosan – terobosan untuk perbaiki proses terus – menerus (*continous process improvement*).

2.6 *Flexible Line Balancing (FLB)*

Flexible Line Balancing (FLB) adalah sebuah pendekatan untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan keseimbangan lini. Tujuan yang ingin dicapai dengan menggunakan *software Flexible Line Balancing* ini adalah mengalokasikan pekerja ke dalam lini untuk mencapai *output* yang produktif dan optimal sekaligus pembiayaan yang efektif.

Dengan menggunakan *software* ini maka efisiensi suatu lini dapat dianalisis sehingga diharapkan dapat diperoleh lini yang seimbang. Cara menggunakan *software* ini adalah dengan membuat “skenario” sebuah lini yang akan dianalisis, berisi tentang segala informasi yang diperlukan, seperti aktivitas yang dilakukan selama lini perakitan tersebut (selanjutnya disebut dengan *elemental task*), waktu standar dari tiap-tiap *elemental task* tersebut, hingga hubungan dari *elemental task*. Setelah selesai membuat skenario tersebut maka *software FLB* akan secara otomatis menghitung efisiensi dari lini perakitan yang telah didesain setelah *criteria* yang tersedia diisi terlebih dahulu. Kriteria yang digunakan pada *software* ini adalah *task time* (disebut juga dengan waktu siklus (CT) atau jumlah pekerja/*worker* (memilih salah satu). Hasil dari analisis skenario yang dilakukan oleh *software* ini berupa grafik yang berisi jumlah *workstation* dan *standard time* serta efisiensi dari lini perakitan tersebut. Setelah dihitung maka dapat dilakukan perubahan-perubahan pada skenario tersebut untuk memperoleh efisiensi yang terbaik (Isnaini et al., 2022).

2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Penelitian terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Objek Penelitian	Hasil
1.	(Nugrianto et al., 2020)	Analisis Penerapan <i>Line Balancing</i> untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus: CV. Bumen Las Kontraktor	Metode <i>Ranked Position Weight (RPW)</i>	CV. Bumen Las Kontraktor	<i>Efficiency line</i> 91%, <i>balance delay</i> 9%, <i>smoothing index</i> 34,1, dan mempunyai hasil yang lebih baik dari pada sebelum menggunakan metode tersebut.
2.	(Panudju et al., 2018)	Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (<i>Line Balancing</i>) Dengan Metode <i>Ranked Position Weight (RPW)</i> Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten	Metode <i>Ranked Position Weight (RPW)</i> .	PT. Tong Hong Tannery Indonesia	Kemudian hasil yang didapat pada <i>balance delay</i> menyatakan bahwa dalam mengatur kegiatan perakitan pekerjaan di dalam stasiun kerja sebesar 10,71% tidak merata sedangkan dalam <i>smoothness index</i> hasil yang didapat adalah 1,98 menit.
3.	(Mughni & Pusipita Sari, 2021)	Penerapan Metode <i>Line Balancing</i> Untuk Efisiensi Produksi Pada Bagian <i>Line Face Lathe</i> (Studi Kasus: Pt.XYZ)	Metode <i>Ranked Position al Weight dan Metode Killbridge-Wester.</i>	PT. XYZ (Industri insulasi thermal)	<i>Takt time</i> menunjukkan bahwa 1 unit produk harus diproduksi dalam 45,14 detik per produk. Garis nilai efisiensi meningkat menjadi 74,60% dari 70,06% pada kondisi awal. Nilai penundaan saldo menurun menjadi 25,39% dari 29,94% pada kondisi awal. Sehingga jumlah stasiun kerja diusulkan adalah 2 stasiun kerja, satu stasiun kerja berkurang dari sebelumnya memiliki 3 stasiun kerja.
4.	(Afifuddin, 2019)	Penerapan <i>Line Balancing</i> Menggunakan Metode <i>Ranked Position</i>	Metode <i>Ranked Position Weight (RWP)</i>	UD Terus Maju	Memperoleh hasil dengan waktu siklus 10,88 detik dalam 5 stasiun kerja yang mampu mengurangi

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Objek Penelitian	Hasil
					Weight (RWP) Untuk waktu delay 56,25% dari kondisi awal.
		Meningkatkan Output Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola			Sehingga efesinsi sistem meningkat dari 39, 8% menjadi 96, 05 % karena adanya penurunan dari waktu mengganggu.
5.	(Nuciferani et al., 2021)	Penjadwalan <i>Precedence Diagram Method</i> Pada PT. Z	<i>Precedence Diagram Method</i>	PT. Z (proyek kerja)	Hasil penelitian perencanaan penjadwalan pada PT.Z menggunakan pendekatan PDM dengan total durasi 483 hari lebih cepat dari duarasi awal.

- a. Pada penelitian yang dilakukan Nugrianto dkk, yang berjudul “Analisis Penerapan *Line Balancing* untuk Peningkatan Efisiensi pada Proses Produksi Pembuatan Pagar Besi Studi Kasus: CV. Bumen Las Kontraktor” pada tahun 2020. Perbedaan penelitian ini hanya menggunakan metode RPW. Walaupun sama sama melihat keseimbangan lini produksi. Namun terdapat perbedaan dari segi produk yang dihasilkan.
- b. Pada penelitian yang berjudul “Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (*Line Balancing*) Dengan Metode *Ranked Position Weight* (RPW) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di PT. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten” yang di tulis oleh Andreas Tri Panudju dkk, pada tahun 2020. Pada penelitian ini hanya menggunakan data metode *ranked position weight*.
- c. Penelitian yang di lakukan oleh Muhammad Mughni, Rianita Pusipita Sari pada tahun 2021 yang berjudul “Penerapan Metode *Line Balancing* Untuk Efisiensi Produksi Pada Bagian *Line Face Lathe* (Studi Kasus: PT.XYZ)”. Perbedaan pada penelitian ini Hanya menggunakan metode *Rangked Point Weight* dan *Killbridge-Western*. Selain itu pada divisi yang teleti terjadi perbedaan dengan penelitian yang akan di lakukan.
- d. Pada penelitian yang berjudul “Penerapan *Line Balancing* Menggunakan Metode *Ranked Position Weight* (RPW) Untuk Meningkatkan *Output* Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola” yang di tulis oleh Mokh

Afifuddin pada tahun 2019. Penelitian ini hanya menggunakan metode RPW dan juga jenis *output* yang di hasilkan oleh perusahaan berbeda.

- e. Pada penelitian yang di lakukan oleh Felicia T. Nuciferani dkk, tahun 2021 yang berjudul “Penjadwalan Precedence Diagram Method Pada PT. Z” penlitian ini mengenai keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi menggunakan metode penjadwalan PDM (Precedence Diagram Method) yang merupakan salah satu metode yang akan digunakan pada penelitian ini. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai satu metode saja.

Dan untuk perbedaan penelitian yang saya lakukan dengan penelitian-penelitian sebelum yang dituliskan, Dimana pada penelitian ini metode yang digunakan ada 3, yaitu metode *Ranked Positional Weight* (RPW), metode *Largest Candidate Rules* (LCR), metode *Region Approach* (RA).

