

**Tugas Akhir**

**ANALISIS KONSEP *LINE BALANCING* UNTUK MENCAPAI  
EFISIENSI KERJA BATAKO DENGAN PENDEKATAN  
*HEURISTIC*  
(STUDI KASUS : CV. DOJA BETON PRACETAK)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Disusun Oleh:**

**JASMINE WIDYASARI**

**D071181507**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**Tugas Akhir**

**ANALISIS KONSEP *LINE BALANCING* UNTUK MENCAPAI  
EFESIENSI KERJA BATAKO DENGAN PENDEKATAN  
*HEURISTIC*  
(STUDI KASUS : CV. DOJA BETON PRACETAK)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Disusun Oleh:**

**JASMINE WIDYASARI**

**D071181507**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN****ANALISIS KONSEP *LINE BALANCING* UNTUK MENCAPAI  
EFESIENSI KERJA BATAKO DENGAN PENDEKATAN  
*HEURISTIC*  
(STUDI KASUS : CV. DOJA BETON PRACETAK)**

Disusun dan diajukan oleh

**JASMINE WIDYASARI  
D071181507**Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas  
Hasanuddin


Pada tanggal 1 Maret 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT  
NIP.19681005 199603 1 002  
Ir.A.Besse Riyani Indah,ST.,MT.,IPM  
NIP.19891201 201903 2 013Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas HasanuddinIr. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU  
NIP.19740621 200604 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jasmine Widyasari  
NIM : D071181507  
Program Studi : Teknik Industri  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Analisis Konsep *Line Balancing* Untuk Mencapai Efisiensi Kerja Batako Dengan Pendekatan *Heuristic***  
(Studi Kasus : Cv. Doja Beton Pracetak)

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 resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi 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.

Gowa, 13 Maret 2023

Yang Membuat Pernyataan



Jasmine Widyasari

## 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. CV. Doja Beton Pracetak merupakan perusahaan yang memproduksi *paving block*. Selama proses pengembangan bisnis perusahaan telah memproduksi variasi batako, restor beton, beton ringan serta beton hampa. Hal ini mengakibatkan hambatan pada beberapa elemen kerja stasiun bahan baku diletakkan di lokasi yang sama. Pada penelitian ini penulis berfokus pada batako. Adapun metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Ranked Positioning Weight* (RPW), *Killbridge-Wester*, dan *Largest Candidate Rules* (LCR). Hasil penelitian didapatkan bahwa metode *Largest Candidate Rules* (LCR) merupakan metode yang paling optimal untuk digunakan karena memiliki nilai *line efficiency* 31.05% *balance delay* sebesar 68.50% dan nilai *smoothing index* sebesar 104758.78 detik dengan 7 stasiun kerja. Dengan menggunakan metode *Largest Candidate Rules* (LCR) juga memberikan usulan perbaikan *layout* perusahaan.

**Kata Kunci :** Keseimbangan Lintasan, Metode Heuristik, Produksi Cetak

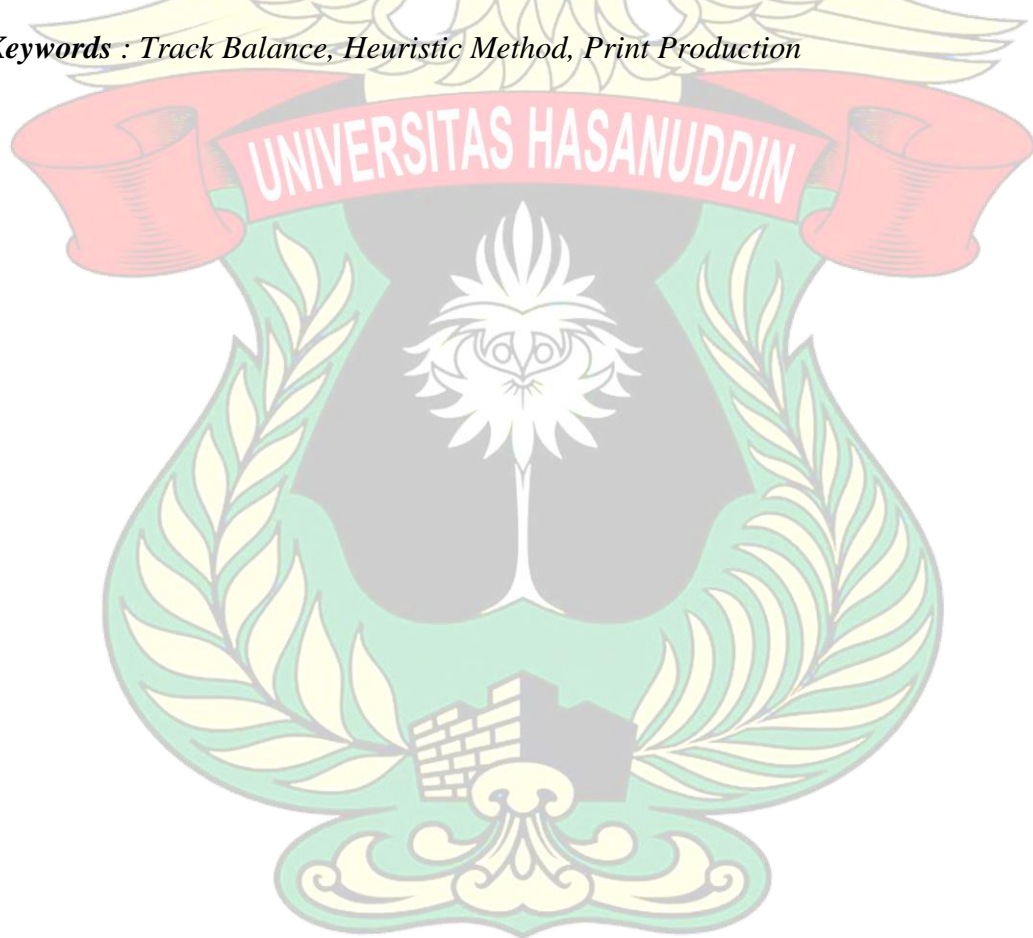




## **ABSTRACT**

*Line Balancing is a production line where material moves continuously at the same average rate through a number of work stations, where assembly work is carried out. CV. Doja Beton Precast is a company that produces paving blocks. During the business development process, the company has produced a variety of concrete blocks, concrete restors, lightweight concrete and hollow concrete. This resulted in obstacles to several work elements of the raw material station being placed in the same location. In this study the authors focused on adobe bricks. The methods used in this research are Ranked Positioning Weight (RPW), Killbridge-Wester, and Largest Candidate Rules (LCR). The results showed that the Largest Candidate Rules (LCR) method is the most optimal method to use because it has a line efficiency value of 31.05%, balance delay of 68.50% and a smoothing index value of 104758.78 seconds with 7 work stations. By using the Largest Candidate Rules (LCR) method, it is also proposed to improve the company's 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 “Analisis Konsep *Line Balancing* untuk Mencapai Efisiensi Kerja Batako dengan Pendekatan *Heuristic* (Studi Kasus : CV. Doja Beton Pracetak)” 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 Najamuddin dan Ibu Ichsan Edison 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. Ir. Sapta Asmal, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., M.T., IPM selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu serta memberi arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT. dan Ibu Ir. Dwi Handayani, ST., MT. 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. Kedua adik penulis Salwa dan Nazwa yang menjadi alasan penulis untuk secepatnya menyelesaikan masa studinya.
7. Teman-teman FEAZ18LE yang telah menemani penulis dari masa hitam putih, kembali ke hitam putih. Terkhusus Alifka, Luthfiah dan Niluh yang sudah mau kebersamai ditiap saat.
8. Asisten Laboratorium Sistem Manufaktur Terintegrasi yang sudah memacu adrenalin penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Keluarga Bahagia yang selalu memberikan dukungan kepada penulis meskipun terhalang oleh jarak.

10. Kepada pemilik NIM D031181305 yang menemani selama proses penyusunan tugas akhir penulis, semoga kedepannya akan tetap menemani dan kebersamai penulis.
11. Terakhir untuk diri saya sendiri yang telah mau dan bisa menyelesaikan tanggung jawab sebagai Mahasiswa dan juga anak.





## DAFTAR ISI

Tugas Akhir.....	i
Tugas Akhir.....	1
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Definisi <i>Line Balancing</i> .....	5
2.2 Uji Statistik Data .....	8
2.3 Waktu Siklus, Waktu Normal, Waktu Baku .....	10
2.4 <i>Precedence Diagram</i> .....	11
2.5 Langkah – Langkah dalam Pemecahan Masalah <i>Line Balancing</i> .....	12
2.6 <i>Flexible Line Balancing</i> (FLB) .....	12
2.7 Penelitian Terdahulu.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
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	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	19
3.6	Kerangka Pikir .....	21
BAB IV PENGOLAHAN DATA .....		22
4.1	Pengumpulan Data .....	22
4.2	Data Pengamatan .....	22
4.3	Uji Kecukupan dan Keseragaman .....	23
4.4	Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku .....	26
4.5	<i>Precedence Chart</i> dan <i>Precedence Diagram</i> .....	29
4.6	Menentukan <i>Cycle Time</i> .....	30
4.7	Kondisi Awal Perusahaan .....	30
4.8	Metode Penyeimbang Lintasan .....	32
4.9	Rekapitulasi Hasil Penyeimbangan Lintasan Produksi .....	37
BAB V HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN .....		39
5.1	Data Hasil Pengamatan .....	39
5.2	Kondisi Awal Perusahaan .....	39
5.3	Analisa Keseimbangan Lini Produksi Dengan Metode RPW .....	40
5.4	Analisa Keseimbangan Lini Produksi Dengan Metode Killbridge Wester .	41
5.5	Analisa Keseimbangan Lini Produksi Dengan Metode LCR .....	42
5.6	Perbandingan Performansi Setiap Metode .....	43
BAB VI PENUTUP .....		45
6.1	Kesimpulan .....	45
6.2	Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....		47

LAMPIRAN.....49



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3. 1 Flwchart Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Lanjutan <i>Flowchart</i> Penelitian.....	20
Gambar 3. 3 Kerangka Pikir.....	21
Gambar 4. 1 Precedence Diagram.....	30
Gambar 4. 2 Precedence Diagram Usulan.....	32





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Penelitian Terdahulu .....	13
Tabel 4. 1 Daftar Elemen Kerja Batako .....	22
Tabel 4. 2 Tabel Pengamatan Elemen Kerja 1 (Menyekop Pasir) .....	23
Tabel 4. 3 Tabel Pengamatan Elemen Kerja 1 (Menyekop Pasir) .....	23
Tabel 4. 4 Uji Kecukupan Data .....	24
Tabel 4. 5 Tabel Pengamatan Elemen Kerja 1 (Menyekop Pasir) .....	25
Tabel 4. 6 Uji Keseragaman Data .....	26
Tabel 4. 7 Waktu Siklus Elemen Kerja .....	27
Tabel 4. 8 Faktor Penyesuaian menurut Westinghouse .....	27
Tabel 4. 9 Faktor Penyesuaian menurut Tabel Objektif .....	28
Tabel 4. 10 Waktu Normal Tiap Elemen .....	28
Tabel 4. 11 Faktor Kelonggaran (%) .....	29
Tabel 4. 12 Waktu Baku Tiap Elemen Kerja .....	29
Tabel 4. 13 Precedence Chart .....	30
Tabel 4. 14 Efisiensi Kondisi Awal Perusahaan .....	31
Tabel 4. 15 Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja RPW .....	34
Tabel 4. 16 Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja Killbridge Wester .....	35
Tabel 4. 17 Elemen Pendahulu LCR .....	36
Tabel 4. 18 Urutan Waktu Baku LCR .....	36
Tabel 4. 19 Pengelompokan Elemen dan Stasiun Kerja LCR .....	37
Tabel 5. 1 Stasiun Kerja pada Kondisi Awal .....	39
Tabel 5. 2 Performansi Lini Produksi pada Kondisi Awal .....	40
Tabel 5. 3 Stasiun Kerja menggunakan Metode RPW .....	41
Tabel 5. 4 Stasiun Kerja menggunakan Metode RPW .....	41
Tabel 5. 5 Stasiun Kerja dengan Metode Killbridge Wester .....	42
Tabel 5. 6 Performansi Lini Produksi Metode Killbridge Wester .....	42
Tabel 5. 7 Stasiun Kerja menggunakan Metode LCR .....	43
Tabel 5. 8 Performansi Lini Produksi dengan Metode LCR .....	43
Tabel 5. 9 Perbandingan Performansi Setiap Metode .....	44

# 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 “CV. Doja Beton Pracetak” masalah yang dihadapi oleh terjadi penumpukan produk di beberapa stasiun. Hal ini disebabkan karena sebelumnya bisnis awal perusahaan ini hanya memproduksi *paving block*, setelah itu perusahaan berkembang dan memproduksi lebih banyak variasi produk seperti batako, roster beton, beton ringan, beton hampa. Setelah dilakukan pengembangan, ternyata terjadi hambatan pada beberapa elemen pekerjaan karena bertambahnya variasi

produk. Hal ini disebabkan karena stasiun bahan baku ditempatkan di lokasi yang sama. Pada penelitian ini penulis berfokus pada hambatan yang terjadi pada produk batako karena produk ini merupakan produk yang paling banyak peminatnya, banyak elemen kerjanya, dan menjadi salah satu produk yang *idle time* paling besar. Setelah melakukan observasi pada perusahaan, penulis melihat banyak sekali produk batako yang terhambat produksinya karena proses pengerjaan pada mesin cetak yang sangat singkat yaitu rata-rata 9.08 detik untuk 6 buah batako, sementara proses pencampuran bahan baku memakan waktu 260.62 detik untuk satu kali proses kerja. Selain itu *workstation* yang tidak sesuai dengan kebutuhan kerja menjadi penghambat sehingga belum optimalnya proses mencetak dari batako itu sendiri. Hal ini menyebabkan tidak seimbang lintasan produksi di antara stasiun kerja pada proses produksi. Menurut (Herdiani & Syafarudin, 2019), pada beberapa stasiun kerja yang mempunyai waktu proses yang besar akan terdapat antrian komponen yang akan diproses. Di pihak lain, ada stasiun kerja yang mempunyai waktu proses yang lebih kecil sehingga terjadi *idle*. Dengan begitu, proses produksi tidak berjalan dengan lancar dan optimalisasi sumber daya tidak tercapai.

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)*, *Killbridge-Wester*, 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 *Killbridge-Western* 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 **“Analisis Konsep *Line Balancing* untuk Mencapai Efisiensi Kerja Produksi Batako dengan Pendekatan *Heuristic* Studi Kasus : CV.Doja Beton Pracetak)”**

## 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 batako pada CV. Doja Beton Pracetak?
2. Bagaimana hasil perhitungan penerapan metode RPW, *killbridge Wester* dan LCR pada perusahaan?
3. Bagaimana perbandingan hasil *line balancing* untuk meningkatkan efisiensi perusahaan menggunakan metode RPW, *killbridge Wester* dan LCR?

## 1.3 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 batako pada CV. Doja Beton Pracetak.
2. Hasil perhitungan penerapan metode RPW, *killbridge Wester* dan LCR pada perusahaan.
3. Membandingkan hasil *line balancing* untuk meningkatkan efisiensi perusahaan menggunakan metode RPW, *killbridge Wester* dan LCR.



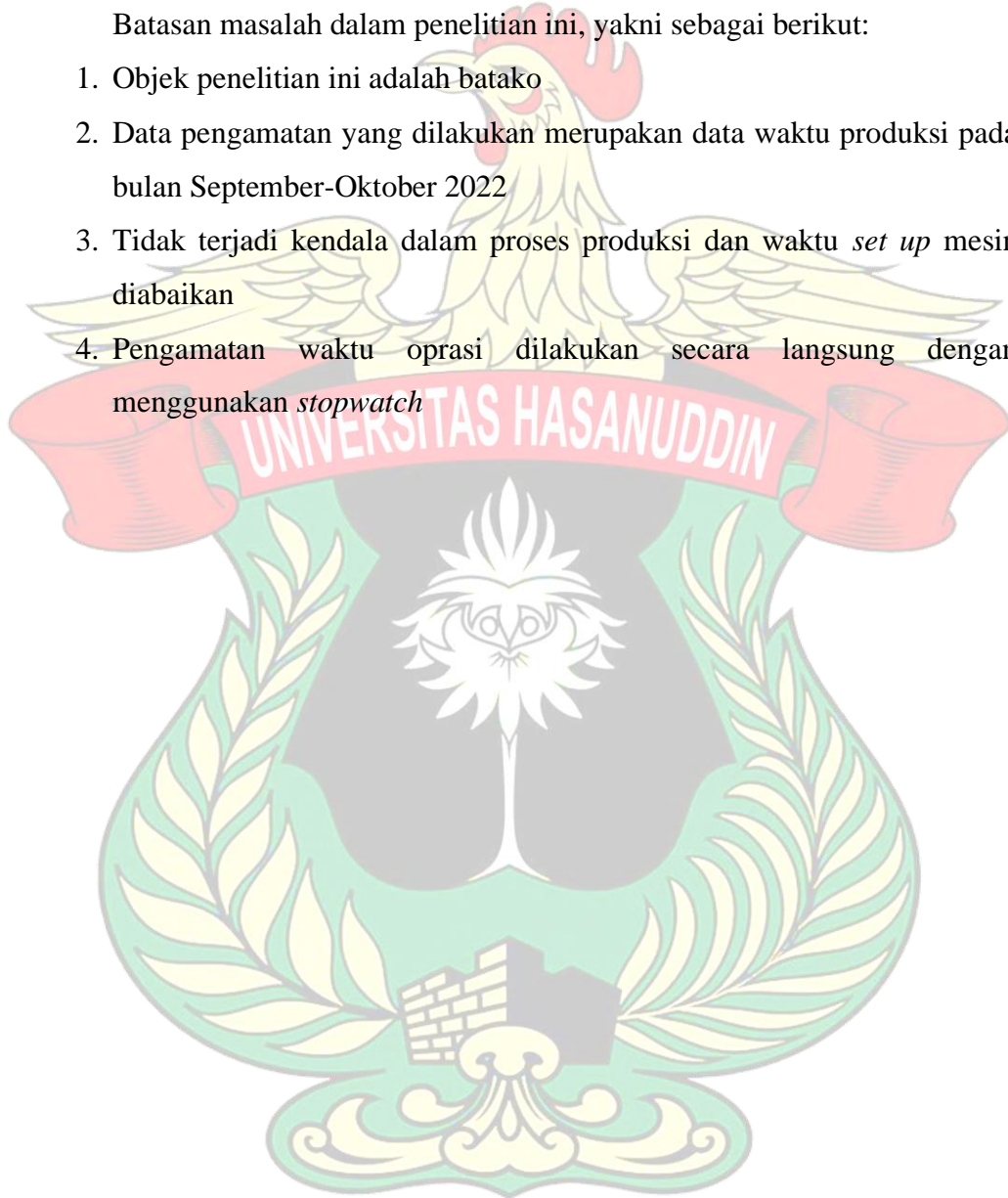
#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai pembelajaran dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengatasi permasalahan yang mungkin akan atau sedang terjadi.

#### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yakni sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini adalah batako
2. Data pengamatan yang dilakukan merupakan data waktu produksi pada bulan September-Oktober 2022
3. Tidak terjadi kendala dalam proses produksi dan waktu *set up* mesin diabaikan
4. Pengamatan waktu operasi dilakukan secara langsung dengan menggunakan *stopwatch*



## 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 *Ranged 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) Metode *Killbridge Balancing* operasi, metode ini merupakan salah satu metode yang digunakan dalam *line balancing*. Perhitungan metode ini yaitu dengan cara mengelompokkan pekerjaan ke dalam sejumlah kelompok yang mempunyai tingkat terhubungan yang sama. Metode *Killbridge-Wester* merupakan pengelompokan stasiun kerja dengan memperhatikan kolom yang memiliki waktu yang mendekati *cycle time*. Setelah dilakukan pengelompokan, maka dibuat stasiun kerjanya dengan memperhatikan total *idle timenya* tidak boleh melebihi *cyle time* (Masruri et al., 2016).
  - 3) *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)

## 2.2 Uji Statistik Data

### 2.1.1 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).

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

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

Keterangan:

BKA = 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.

### 2.1.2 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).

- Tingkat ketelitian

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

- Tingkat Kepercayaan

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

$$N' = \left( \frac{K \sqrt{N (\sum i^2) - (\sum xi)^2}}{S} \right)$$

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):

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

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 prnyesuaian 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):

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

### 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):

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

## 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 2. 1 Daftar 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</i>	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

		<p><i>Position Weight (RPW)</i>  Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten</p>			<p>perakitan pekerjaan di dalam stasiun kerja sebesar 10,71% tidak merata sedangkan dalam <i>smoothness index</i> hasil yang didapat adalah 1,98 menit.</p>
3.	(Mughni & Pusipita Sari, 2021)	<p>Penerapan Metode <i>Line Balancing</i> Untuk Efisiensi Produksi Pada Bagian <i>Line Face Lathe</i> (Studi Kasus: Pt.XYZ)</p>	<p>Metode <i>Ranked Positional Weight</i> dan Metode <i>Killbridge-Wester</i>.</p>	PT. XYZ (Industri insulasi thermal)	<p><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.</p>
4.	(Afifuddin, 2019)	<p>Penerapan <i>Line Balancing</i> Menggunakan Metode <i>Ranked Position Weight (RWP)</i> Untuk Meningkatkan Output Produksi Pada Home Industri Pembuatan Sepatu Bola</p>	<p>Metode <i>Ranked Position Weight (RWP)</i></p>	UD Terus Maju	<p>Memperoleh hasil dengan waktu siklus 10,88 detik dalam 5 stasiun kerja yang mampu mengurangi waktu delay 56,25% dari kondisi awal. Sehingga efisiensi sistem meningkat dari 39,8% menjadi 96,05% karena</p>



					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 durasi 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.