

PENENTUAN METODE HEURISTIK TERBAIK PADA KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI KURSI DI PT CEGEONE

Syafrie Muzaki¹, Saufik Luthfianto²

1) Mahasiswa Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal

2) Dosen Teknik Industri Universitas Pancasakti Tegal

Email : syafriemuzaki@gmail.com, saufik.ti.upstegal@gmail.com

Abstrak

PT Cegeone adalah perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang *furniture* yang terletak di Jl. Kapas Utara Raya 1 Gebangsari, Genuk, Semarang . Dalam proses produksi pembuatan kursi terjadi permasalahan pada lintasan produksi kursi yang tidak seimbang di mana disebabkan oleh ketidakteraturan pada lintasan produksi sehingga menyebabkan *bottleneck* atau penumpukan material pada stasiun kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyeimbangkan lintasan produksi untuk performansi lintasan produksi menggunakan metode heuristik. Terdapat tiga metode dalam metode Heuristik yaitu *Ranked Positional Weight*, *Large Candidate Rule* dan *Region Approach*. Dari hasil penelitian tiga metode di atas diperoleh hasil yang sama yaitu jumlah stasiun kerja terdapat 21 stasiun kerja, efisiensi lintasan sebesar 77,50% dan *balance delay* 0,225%. Sedangkan nilai *smoothing index* pada metode *Ranked Positional Weight* dan *Large Candidate Rule* memiliki nilai yang sama sebesar 151,33 menit sedangkan metode *Region Approach* sebesar 151,40 menit. Dengan demikian metode terbaik yang dipilih adalah metode *Large Candidate Rule* di mana nilai *smoothing index* yang paling kecil di antara metode lain, meskipun nilai *smoothing index* sama dengan metode *Ranked Positional Weight* tetapi metode *Large Candidate Rule* mempunyai lintasan produksi yang teratur.

Kata kunci : *Line Balancing*, *Ranked Positional Weight*, *Large Candidate Rule*, *Region Approach*, Efisiensi lintasan

1. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi permasalahan dunia industri serta persaingan global, efisiensi, efektivitas, dan produktivitas yang tepat bagi operasi industri merupakan faktor kunci bagi setiap industri manufaktur agar mampu bersaing secara kompetitif (Assauri, 2011). Upaya yang dapat dilakukan untuk mendukung hal tersebut yakni dengan melakukan suatu perencanaan dan perancangan sistem produksi yang tepat yaitu dengan prinsip keseimbangan lintasan produksi (Kucukkoc I., 2015). Jika pengaturan dan perencanaan yang dilakukan kurang tepat maka akan dapat mengakibatkan stasiun kerja dalam lintasan produksi mempunyai kecepatan produksi yang berbeda. Hal ini mengakibatkan lintasan produksi menjadi tidak efisien karena terjadi penumpukan material di antara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan produksinya. Oleh karena itu perusahaan perlu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dengan melakukan perbaikan sistem produksi dan keseimbangan lintasan produksi yang baik agar dapat memanfaatkan fasilitas secara optimal. Untuk itu perlu adanya suatu perencanaan dan pembagian stasiun kerja yang tepat sehingga waktu tunggu (*idle time*) dapat dikurangi. Agar proses produksi dapat berjalan lancar dan penyelesaian produk tepat pada waktunya, maka perusahaan harus memperhatikan masalah keseimbangan lintasan produksi (David D. Bedworh and Baily, 1987).

Keseimbangan lintasan merupakan keseimbangan proses penempatan pekerjaan pada setiap stasiun kerja agar memiliki waktu siklus yang sama dan tidak ada waktu menganggur untuk mencapai efisiensi kerja yang tinggi. Keseimbangan lintasan diperlukan untuk merencanakan dan mengendalikan suatu aliran produksi. Perusahaan dapat mengevaluasi dan memperbaiki lintasan produksi dengan tujuan untuk

memaksimalkan efisiensi kerja guna meningkatkan output produksi dan meminimalkan ketidakseimbangan (*balance delay*) dari lintasan produksi. (Baroto, 2002).

PT. Cegeone adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *furniture*. *Furniture* yang diproduksi dari bahan baku sampai dengan barang setengah jadi saja. Pada salah satu produk *furniture* yaitu kursi terjadi ketidakseimbangan lintasan produksi yang diakibatkan oleh ketidakaturan lintasan produksi di stasiun kerja sehingga menyebabkan *bottleneck* atau penumpukan material pada stasiun kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan keseimbangan lintasan produksi untuk meningkatkan efisiensi kerja yang akan memberikan hasil yang optimal bagi perusahaan.

Penelitian mengenai keseimbangan lintasan menggunakan metode heuristik sebelumnya telah dilakukan oleh (Saiful, Mulyadi and Rahman, 2014) yang melakukan penyeimbangan lintasan produksi dengan metode heuristik pada perusahaan mebel PT XYZ Makasar dimana terjadi perbaikan performansi dengan nilai yang sama pada lintasan produksi.

(Burhan, Rosyadi and Rakhmawati, 2012) melakukan penelitian perancangan keseimbangan lintasan produksi menggunakan dua metode (*Helgeson-Birnie dan Killbridge-Wester*) menghasilkan peningkatan efisiensi kerja sebesar 40% (20% menjadi 60%) sehingga proses produksi menjadi optimal. (Purnamasari dan Cahyana, 2015) melakukan penyeimbangan lintasan produksi dengan metode *Ranked Position Weight* (RPW) dengan hasil output yang sama namun cukup dengan 13 operator dari yang semula 20 operator. (Ekoanindiyo and Helmy 2017) melakukan penelitian keseimbangan lintasan dengan tujuan meningkatkan efisiensi lintasan kerja yang mendapatkan hasil dengan penerapan metode Line Balancing, metode yang digunakan RPW dan *Killbridge-Western* dalam penerapannya mengalami perubahan yang menguntungkan dalam efisiensi lintasan kerja. (Mahmud Basuki, Hermanto MZ and Junaidi, 2019) melakukan penelitian perancangan keseimbangan lintasan produksi dengan pendekatan metode heuristik menghasilkan meminimalkan waktu kelonggaran stasiun kerja dan meningkatkan efisiensi lintasan produksi. (Aripin and Kurniawan, 2019) melakukan penelitian analisa peromansi keseimbangan lintasan produksi menggunakan metode heuristik diperoleh peningkatan peromansi efisinesi lintasan produksi dari kondisi awal lintasan awal produksi. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, maka diterapkan metode heuristik untuk melakukan perbaikan keseimbangan lintasan produksi pada PT Cegeone sehingga meningkatkan efisiensi kerja dan proses produksi menjadi optimal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif dan observasi. Data dan informasi diperoleh dari pengamatan pada proses produksi kursi di PT. Cegeone yang berlokasi di Jl. Kapas Utara Raya 1 Gebangsari, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah. Tahap observasi merupakan tahap yang dilakukan peneliti dalam pengumpulan data pada bagian departemen produksi untuk memperoleh informasi kondisi lintasan produksi serta permasalahan yang terdapat pada lintasan produksi kursi. Pada tahap observasi ini dilakukan juga untuk mengetahui jumlah stasiun, jumlah operasi dan waktu operasi. Setelah diperoleh informasi mengenai proses produksi kursi, data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan metode Heuristik untuk mengatasi permasalahan keseimbangan lintasan produksi kursi. Penulis menggunakan metode *Heuristik*, karena metode ini merupakan metode yang paling nyata kemungkinannya untuk direalisasikan dan diaplikasikan dalam permasalahan nyata. Dalam penyelesaian metode Heuristik ini menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), *Large Candidate Rule* (LCR) dan *Region Approach* (RA). Hasil ketiga metode penyelesaian

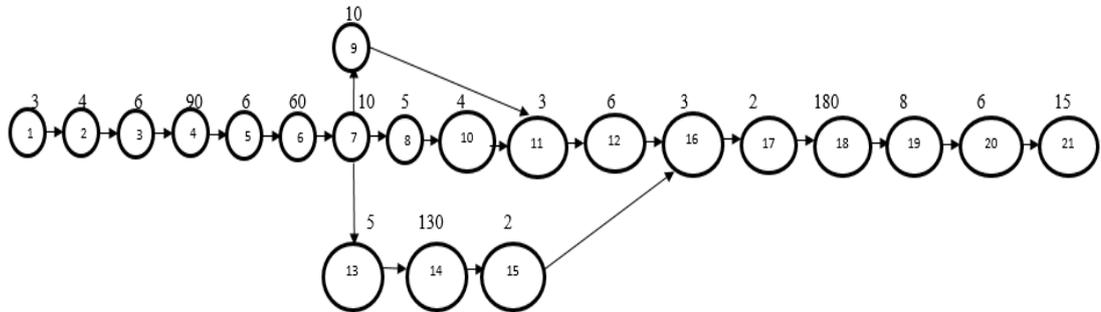
metode Heuristik yang terbaik akan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan proses produksi kursi di PT Cegeone.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT cegeone melakukan aktivitas produksinya dalam 1 shift kerja. Satu hari kerja yaitu 8 jam dengan waktu istirahat 1 jam dan dalam satu bulan kerja ada 20 hari. Jumlah produksi kursi yang dihasilkan dalam 1 bulan adalah 58 unit. Dibawah ini merupakan tabel stasiun kerja beserta waktu operasi kerja produksi kursi.

OPERASI	URAIAN	PENDAHULU	PENGIKUT	WAKTU (Menit)
1.	Pembelahan	-	2	3
2.	Pemotongan	1	3	4
3.	Penyerutan	2	4	6
4.	Pengeleman	3	5	90
5.	Penyerutan 2	4	6	6
6.	Pengeleman 2	5	7	60
7.	Pemotongan 2	6	8,9,13	10
8.	Pembentukan Pen	7	10	5
9.	Pengukiran	7	11	10
10.	Sponing	8	11	4
11.	Pelubangan	9,10	12	3
12.	Penghalusan	11	16	6
13.	Tanam Besi	7	14	5
14.	Pengeleman 3	13	15	130
15.	Pemotongan 3	14	16	2
16.	Pengecekan	12,15	17	3
17.	Perakitan	16	18	2
18.	Pengeringan	17	19	180
19.	Perakitan 2	18	20	8
20.	Pengamplasan	19	21	6
21.	Quality Control	20	-	15

Tabel 3.1. Stasiun Operasi Kerja Bserta Waktu Operasi Kerja
Selanjutnya data tersebut diterapkan dalam bentuk gambar *Precedence Diagram* seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 3.1. *Precedence Diagram* Proses Produksi Kursi

Kemudian menentukan waktu siklus, karena waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan lintasan produksi untuk membuat satu unit produk. Perusahaan memproduksi kursi 58 unit perbulan. Dalam satu hari kerja adalah 8 jam dan 20 hari perbulan.

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{unit yang akan diproduksi}} = \frac{20 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{58 \text{ unit}} = 166 \text{ menit}$$

Jadi, waktu siklus yang diinginkan adalah 166 menit. Akan tetapi waktu siklus tersebut lebih kecil dari waktu operasi terpanjang (166 < 180), maka waktu siklus yang digunakan adalah waktu operasi terpanjang yaitu 180 menit.

3.1. Metode *Right Positonal Weight* (RPW)

1. Matriks pendahuluan

Berikut ini tabel matriks pendahuluan metode *Ranked Positional Weight*

Operasi Pendahulu	Operasi Pengikut																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.2. Matrik Pendahuluan

2. Menghitung bobot posisi

Operasi pendahulu	Waktu operasi	Operasi Pengikut																					Bobot Posisi	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	3	-	4	6	90	6	60	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	558	
2	4	0	-	6	90	6	60	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	555	
3	6	0	0	-	90	6	60	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	551	
4	90	0	0	0	-	6	60	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	545	
5	6	0	0	0	0	-	60	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	455	
6	60	0	0	0	0	0	-	10	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	449	
7	10	0	0	0	0	0	0	-	5	10	4	3	6	5	130	2	3	2	180	8	6	15	389	
8	5	0	0	0	0	0	0	0	-	0	4	3	6	0	0	0	3	2	180	8	6	15	232	
9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	6	5	0	0	3	2	180	8	6	15	235	
10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	3	6	0	0	0	3	2	180	8	6	15	227	
11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	6	0	0	0	3	2	180	8	6	15	223	
12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	3	2	180	8	6	15	220	
13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	130	2	3	2	180	8	6	15	351	
14	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	3	2	180	8	6	15	346	
15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	3	2	180	8	6	15	216	
16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	180	8	6	15	214	
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	180	8	6	15	211	
18	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	8	6	15	209	
19	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	6	15	29	
20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	15	21	
21	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	--	15

Tabel 3.3. Bobot Posisi

3. Mengurutkan prioritas operasi kerja

Operasi kerja kemudian diurutkan berdasarkan nilai bobot posisi yang paling terbesar ke nilai bobot posisi paling terkecil.

4. Menghitung jumlah stasiun kerja dan efisiensi stasiun kerja

Jumlah stasiun kerja = $\frac{\text{waktu yang tersedia}}{\text{waktu siklus}} = \frac{558}{180} = 3,1 = 4$ stasiun kerja dan dibawah ini tabel efisiensi stasiun kerja metode *Ranked Positional Weight* sebagai berikut:

Stasiun Kerja	Gabungan Operasi	Kecepatan Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Efisiensi Lintasan	Idle Time (menit)
I	1,2,3,4,5,6,7	179	180	99,44%	1
II	13,14,9,8,10,11,12,15,16,17	170	180	94,44%	10
III	18	180	180	100%	0
IV	19,20,21	29	180	16,11%	151
Jumlah		558		309,99%	162
Rata-rata				77,50%	40,5

Tabel 3.4. Tabel Efisiensi Stasiun Kerja Metode Ranked Positional Weight

1) Balance Delay

$$D = \frac{n.C - \sum ti}{(nti)} \times 100\%$$

$$= \frac{(4 \times 180) - 558}{(4 \times 180)} \times 100\%$$

$$= 0,225\%$$

2) Smoothing index

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (STI_{maks} - STI^2)}$$

$$= \sqrt{(180 - 179)^2 + (180 - 170)^2 + (180 - 180)^2 + (180 - 29)^2}$$

$$= 151,33 \text{ menit}$$

Hasil di atas memperlihatkan tingkat efisiensi yang tinggi (77,50%). Nilai *balance delay* sebesar 0,225% dan *smoothing index* sebesar 151,33 menit. Akan tetapi pada urutan aliran produksi terjadi ketidakaturan.

3.2. Metode Large Candidate Rule

Metode ini berdasarkan urutan stasiun kerja, urutan stasiun kerja yang sesuai berdasarkan urutan kerja yaitu 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20. Selanjutnya menghitung efisiensi stasiun kerja. Berikut ini Tabel Efisiensi stasiun kerja metode *Large Candidate Rule*:

Stasiun Kerja	Gabungan Operasi	Kecepatan Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Efisiensi Lintasan	Idle Time (menit)
I	1,2,3,4,5,6,7	179	180	99,44%	1
II	8,9,10,11,12,13,14,15,16,17	170	180	94,44%	10
III	18	180	180	100%	0
IV	19,20,21	29	180	16,11%	151

Jumlah		558		309,99%	162
Rata-rata				77,50%	40,5

Tabel 3.5. Efisiensi Stasiun Kerja Metode *Large Candidate Rule*

1) *Balance Delay*

$$D = \frac{n.C - \sum ti}{(nti)} \times 100\%$$

$$= \frac{(4 \times 180) - 558}{(4 \times 180)} \times 100\%$$

$$= 0,225\%$$

2) *Smoothing index*

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (STI_{maks} - STI)^2}$$

$$= \sqrt{(180 - 179)^2 + (180 - 170)^2 + (180 - 180)^2 + (180 - 29)^2}$$

$$= 151,33 \text{ menit}$$

Hasil di atas memperlihatkan tingkat efisiensi yang tinggi (77,50%). Nilai *Balance Delay* 0,225% dan *Smoothing Index* 151,33 menit. Aliran proses produksi berjalan secara teratur sesuai dengan aliran operasi kerja yang semestinya.

3.3. Metode *Region Approach*

Metode ini mengikuti berdasarkan yang terdapat pada gambar 3.1. *preceence diagram*. selanjutnya operasi kerja dihitung berdasarkan pembagian wilayah beserta waktu tiap operasi untuk tiap wilayah. Setelah dari pembagian wilayah kemudian menghitung efisiensi stasiun kerja. Berikut ini tabel efisiensi stasiun kerja.

Stasiun Kerja	Gabungan Operasi	Kecepatan Stasiun Kerja (menit)	Waktu Siklus (menit)	Efisiensi Lintasan	Idle Time (menit)
I	1,2,3,4,5,6	169	180	93,88%	11
II	7,9,13,8,14,10,15,11,12,16,17	180	180	100%	0
III	18	180	180	100%	0
IV	19,20,21	29	180	16,11%	151
Jumlah		558		309,99%	162
Rata-rata				77,50%	40,5

Tabel 3.5. Efisiensi Stasiun Kerja Metode *Region Approach*

1) *Balance Delay*

$$D = \frac{n.C - \sum ti}{(nti)} \times 100\%$$

$$= \frac{(4 \times 180) - 558}{(4 \times 180)} \times 100\%$$

$$= 0,225\%$$

2) *Smoothing index*

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (STI_{maks} - STI)^2}$$

$$= \sqrt{(180 - 169)^2 + (180 - 180)^2 + (180 - 180)^2 + (180 - 29)^2}$$

= 151,40 menit

Hasil di atas memperlihatkan tingkat efisiensi yang tinggi (77,50%). Nilai *Balance Delay* 0,225 % dan *Smoothing Index* 151,40 menit. Aliran proses produksi berjalan secara teratur sesuai dengan aliran operasi kerja yang semestinya.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengamatan diperoleh 4 stasiun kerja pada setiap metode dengan waktu siklus operasi terpanjang yaitu 180 menit. Metode *Ranked Positional Weight*, Metode *Large Candidate Rule* dan Metode *Region Approach* diperoleh nilai efisiensi stasiun kerja yang sama yaitu 77,50% dan nilai *smoothing index* dari Metode *Ranked Positional Weight* dan Metode *Large Candidate Rule* memiliki nilai yang sama yaitu 151,33 menit sedangkan Metode *Region Approach* (RA) 151,40 menit. Dari perhitungan nilai efisiensi stasiun kerja ketiga metode dihasilkan nilai yang sama. Nilai efisiensi tersebut dapat dikatakan cukup tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa efisiensi stasiun kerja pembuatan kursi sudah cukup baik. Berdasarkan nilai *smoothing index* didapatkan metode yang terbaik yaitu menggunakan Metode *Large Candidate Rule* dengan nilai 151,33 menit yang merupakan nilai *smoothing index* paling rendah dibandingkan metode lain walaupun nilai *smoothing index* sama dengan Metode *Ranked Positional Weight* akan tetapi pada metode ini mengalami aliran proses produksi bolak balik yang bisa saja mengakibatkan terjadinya keruwetan pada lintasan produksi dan menumpuknya bahan pada salah satu stasiun kerja. Meskipun nilai tersebut belum baik karena jauh dari angka 0 menit sehingga dapat dikatakan keseimbangan lini pada stasiun kerjanya belum seimbang dan masih perlu perbaikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aripin, W. T. and Kurniawan, A. (2019) 'Analisis Keseimbangan Lintasan di PT. Cibuniwangi Gunung Satria', *Jurnal Industrial Galuh*, 1(2), pp. 48–55.

Assauri, S. (2011) *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.

Baroto, T. (2002) *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.

Burhan, Rosyadi, I. and Rakhmawati (2012) 'Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi untuk Mengurangi Balance Delay dan Meningkatkan Efisiensi Kerja', 11(2), pp. 75–84. Available at: www.jurnal.uns.ac.id.

David D. Bedworh, J. E. and Baily (1987) *Integrated Production Control System*. Canada : Published simultaneously.

Ekoanindiyo, F. A. and Helmy, L. (2017) 'Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode RPW dan Killbridge-Western', *Dinamika Teknik*, 10(1), pp. 16–26.

Ita Purnamasari dan Atikha Sidhi Cahyana (2015) 'Line Balancing Dengan Metode Ranked Position Weight (RPW)', *Spektrum Industri*, 13(2), p. 115.

Kucukkoc I., and Z. D. Z. (2015) 'Type-E Parallel Two Side Assembly Line Balancing Problem: Mathematical Model and Ant Colony Optimisation Based Approach with Optimised Parameters', *Computer & Industrial Engineering*, 84, pp. 56–69.

Mahmud Basuki, Hermanto MZ, S. A. dan Junaidi, M. (2019) 'PERANCANGAN SISTEM

LINTASAN PRODUKSI DENGAN PENDEKATAN METODE HEURISTIK', 11.

Saiful, Mulyadi and Rahman, T. M. (2014) 'Penyeimbangan Lintasan Produksi Dengan Metode Heuristik (Studi Kasus PT XYZ Makassar)', 15(02), pp. 183–190.