

Analisis Keseimbangan Lintasan di Lini Perakitan Valve Frame PT. Anugrah Bersama Sejahtera dengan Metode *Ranked Positional Weight*

Galuh Vikra Azzahra¹, Nur Yulianti Hidayah^{1*}, dan Anggina Sandy Sundari¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. PT. Anugrah Bersama Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang terdiri dari departemen *plastic injection*, *metal stamping*, dan *assembly*. Salah satu produk yang dikerjakan di departemen *assembly* adalah *valve frame*. Proses pengerjaan perakitan *valve frame* mengikuti petunjuk yang tertulis di *working instruction*. Namun pada kenyataannya, waktu aktual yang terjadi melebihi waktu yang tertera di *working instruction* sehingga perusahaan tidak dapat mencapai target produksi dan harus menambah jam lembur. Ketidaktercapaian target ini disebabkan oleh *bottleneck* pada saat proses perakitan karena pembagian beban kerja yang tidak merata di setiap stasiun kerja. Oleh karena itu, diperlukan analisis keseimbangan lini dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight*. Sebelum melakukan analisis keseimbangan lini *valve frame*, terlebih dahulu ditentukan waktu baku proses perakitan. Setelah itu, dilakukan analisis keseimbangan lini dengan menghitung *takt time* dan jumlah stasiun kerja minimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk perakitan *valve frame* memiliki efisiensi lini 95,22% dengan rata-rata *idle time* sebesar 1,72 detik. Kondisi saat ini, lini *valve frame* memiliki efisiensi lini 78,64% dan rata-rata *idle time* sebesar 11,43 detik. Dengan menggunakan *ranked positional weight* untuk menganalisis keseimbangan lini, lini perakitan *valve frame* dapat mengurangi *bottleneck* yang berupa waktu mengganggu sebesar 84,95%.

Kata kunci: *bottleneck*; *idle time*; keseimbangan lini; *ranked positional weight*; waktu baku

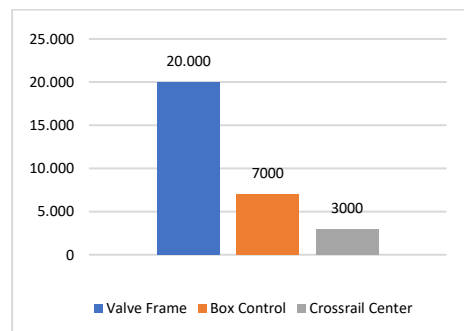
1. PENDAHULUAN

PT. Anugrah Bersama Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Perusahaan ini menghasilkan produk metal stamping, *plastic injection*, dan *machining/assembly*. PT. Anugrah Bersama Sejahtera menerima pesanan dari berbagai perusahaan untuk membuat berbagai part dimana PT. Anugrah Bersama Sejahtera melakukan kegiatan produksi secara *make to order*. Pada departemen Assembly, komponen-komponen yang telah diproduksi di departemen lain akan dirakit menjadi satu kesatuan produk yang utuh. Pada departemen *Assembly*, para operator mengerjakan berbagai produk, salah satu produk yang dirakit di departemen *Assembly* adalah *valve frame*. Valve frame merupakan salah satu part yang terdapat di mesin cuci dua tabung dengan brand Panasonic yang berkapasitas 7,5 Kg, kecepatan putar 600 RPM dan tegangan 220 V. Perakitan *valve frame* merupakan salah satu proses yang membutuhkan ketelitian, waktu pengerjaan yang paling lama dan merupakan part yang mempunyai demand paling banyak. Data produk beserta jumlah produksi tiap produk yang dikerjakan di departemen *assembly* setiap bulannya selama tahun 2021 disajikan pada Gambar 1.

Pada proses perakitan *valve frame* menggunakan *Working Instruction* sebagai acuan dalam melakukan perakitan. *Working Instruction* ini dibuat dengan tujuan agar karyawan dalam melakukan pekerjaan perakitan sesuai urutan elemen kerja perakitan *valve frame* sehingga tidak terjadi kesalahan. Pada *Working Instruction* perakitan *valve frame* terdapat beberapa informasi yang terdiri dari elemen kerja dan waktu siklus masing-masing elemen kerja dimana terdapat 8 elemen kerja yang terbagi ke dalam 4 stasiun kerja dengan total waktu baku yang dibutuhkan sebesar 149,22 detik.

* Corresponding author: nurhidayah@univpancasila.ac.id

Dari hasil pengamatan dan pengukuran, diketahui waktu aktual pada proses perakitan *valve frame* ternyata tidak sesuai dengan yang terdapat di *Working Instruction*. Perbedaan waktu perakitan aktual dengan waktu perakitan yang terdapat pada *Working Instruction* dapat dilihat pada tabel 1 [1].



Gambar 1 Jumlah Produksi di Departemen *Assembly*.

Tabel 1 Waktu Baku Aktual Stasiun Kerja (detik)

Stasiun Kerja	Waktu Baku Aktual	Waktu Baku pada WI
I	31,11	23,87
II	49,39	49,07
III	43,70	57,50
IV	27,56	18,78
Total	151,76	149,22

Pada tabel 1 terlihat bahwa waktu baku aktual pada stasiun kerja perakitan *valve frame* lebih besar dibandingkan dengan waktu baku yang ditetapkan di *Working Instruction*. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perakitan *valve frame* tidak sesuai dengan yang tercatat pada *Working Instruction* yang dapat menimbulkan kesalahan pada saat menetapkan kecepatan dan target produksi. Dampak yang terjadi karena lebih lamanya waktu baku aktual pada beberapa elemen kerja membuat target produksi tidak tercapai dan timbulnya biaya *overtime* untuk memenuhi permintaan konsumen.

Untuk menghindari terjadinya masalah tersebut, perlu dilakukan perbaikan pada lini *assembly* yaitu dengan melakukan keseimbangan lini pada stasiun kerja agar beban pada tiap stasiun kerja sama sehingga dapat mengurangi *bottleneck* atau *idle time* di lini *assembly*. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode Heuristik. Penelitian mengenai keseimbangan lini menggunakan metode Heuristik sebelumnya telah dilakukan oleh Mahmud (2019) yang melakukan penyeimbangan lintasan produksi kue di PT. ABC dimana terjadi peningkatan efisiensi lini yang sama antara metode *Ranked Positional Weight*, *Largest Candidate Rules*, dan *Region Approach* [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Aryadi (2020) menggunakan metode *Ranked Positional Weights* dan *Killbridge Western* untuk menyelesaikan permasalahan pada lintasan produksi daging boneless di RPA menghasilkan nilai indikator keseimbangan lintasan yang sama pada kedua metode yang digunakan [3]. Dharmayanti (2019) menggunakan metode *Killbridge Wester* dan *Ranked Position Weight* untuk menganalisis efisien lintasan produksi yang digunakan pada proses produksi permen, hasil analisis menggunakan kedua metode *line balancing* tersebut memberikan nilai efisiensi yang sama besar [4]. Dengan demikian, pada penelitian ini akan menggunakan salah satu dari metode Heuristik yaitu *Ranked Positional Weight*.

2. METODE

Pada penelitian ini objek yang diteliti adalah waktu proses dan stasiun kerja perakitan *valve frame* di lini *assembly* PT. Anugrah Bersama Sejahtera. Pengambilan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- Pengamatan langsung
Pada pengamatan langsung akan dilakukan pengambilan data waktu siklus yang kemudian akan dilakukan perhitungan waktu baku pada setiap elemen kerja. Pada perhitungan waktu baku ada penambahan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran pada waktu siklus. Pengamatan langsung

dilakukan di lini perakitan *valve frame* dengan menggunakan Jam Henti (*stopwatch*) yaitu dengan mengamati saat mulainya pekerjaan itu hingga berakhirnya pekerjaan/aktivitas [5].

- Wawancara

Wawancara dilakukan kepada 4 operator perakitan *valve frame* dan kepala divisi operasional. Pertanyaan yang diberikan berkenaan dengan jam kerja operator, target produksi dan seputar produk *valve frame* mulai dari nama part-part yang mendukung produk *valve frame* hingga alat bantu yang digunakan dalam perakitan *valve frame*.

Setelah melakukan pengumpulan data, maka data-data tersebut akan diolah menggunakan metode *Ranked Positional Weight*. Berikut merupakan langkah-langkah dari metode *Ranked Positional Weight* (Pembobotan Posisi):

a. Perhitungan waktu normal dan waktu baku

Waktu normal adalah waktu yang diperlukan oleh seorang operator yang memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan aktivitas dalam kondisi dan kecepatan normal [6]. Pada perhitungan waktu normal, waktu siklus akan dikalikan dengan *performance rating*. Untuk menghitung waktu baku akan dilakukan perhitungan dengan menambahkan faktor kelonggaran menggunakan metode *Westinghouse*. Rumus waktu siklus, waktu normal dan waktu baku sebagai berikut [7]:

Waktu siklus:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

Dimana,

W_s = Waktu Siklus

$\sum x_i$ = Harga rata-rata sub grup ke i

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

Waktu normal:

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

Dimana:

W_n = Waktu normal

P = Faktor penyesuaian

Waktu baku:

$$W_b = W_n + \frac{100\%}{100\% - \%Allowance} \quad (3)$$

Dimana:

W_b = Waktu baku

b. Tahap perhitungan takt time

Perhitungan takt time dilakukan dengan membagi waktu kerja efektif dengan banyaknya pesanan/target perusahaan untuk produk *valve frame* [8].

$$Takt\ Time = \frac{W_o}{W_s} \quad (4)$$

Dimana:

W_o = Waktu operasi

W_s = Waktu siklus

c. Tahap perbandingan waktu baku dengan hasil takt time

Membandingkan apakah waktu baku aktual sudah sesuai dengan *takt time* untuk mengukur kecepatan produksi. Waktu yang akan dibebankan kepada stasiun kerja adalah waktu yang terbesar diantara keduanya yang akan menjadi waktu baku aktual.

d. Tahap penentuan jumlah stasiun kerja

Penentuan jumlah stasiun kerja minimal dilakukan dengan cara membagi total waktu operasi yang tersedia dengan waktu baku aktual [9] menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah stasiun kerja} = \frac{\text{jumlah waktu seluruh elemen kerja}}{\text{waktu siklus}} \quad (5)$$

e. Analisis keseimbangan lintasan dengan Metode Ranked Positional Weight

Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan analisis keseimbangan lintasan menggunakan metode *ranked positional weight* [3]:

- Membuat matriks operasi yang mengikuti, bobot posisi, operasi pendahulu, dan rank.
- Menghitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikuti.
- Mengurutkan ranking operasi dari bobot posisi terbesar hingga terkecil
- Melakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari bobot posisi terbesar hingga terkecil
- Menghitung efisiensi rata-rata tiap stasiun kerja
- Menghitung *Balance Delay*, dengan rumus [4]

$$\text{Balance delay} = 100\% - \text{line efficiency} \quad (6)$$

- Menghitung *Smoothest Index* (SI), dengan rumus [10]:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^K (W_s - W_i)^2} \quad (7)$$

f. Membandingkan Rata-rata Idle Time Usulan dengan Kondisi Saat ini

Setelah dilakukan perhitungan keseimbangan lintasan, akan dilakukan analisis terhadap stasiun kerja saat ini. Akan dilihat apakah ada perubahan rata-rata *idle time* pada stasiun kerja saat ini dengan stasiun kerja usulan.

3. HASIL

a. Menghitung Waktu Baku Tiap Elemen Kerja

Waktu baku dihitung dengan mengalikan waktu siklus dengan nilai faktor penyesuaian *westinghouse* kemudian didapatkan waktu normal, setelah itu waktu normal akan dikalikan dengan nilai faktor kelonggaran maka didapatkan waktu baku masing-masing elemen kerja. Metode *westinghouse* mengarahkan penilaian kepada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja [11]. Hasil perhitungan waktu baku pada tiap elemen kerja disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Baku tiap Elemen Kerja (detik)

Elemen Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8
Wb	14,921	16,186	31,876	17,517	12,066	31,634	17,473	10,093

Pada tabel di atas didapatkan waktu baku terbesar terdapat pada elemen kerja 3 yaitu sebesar 31,876 detik. Maka dapat dikatakan bahwa kecepatan produksi perakitan *valve frame* adalah sebesar 31,876 detik. Perhitungan *Takt Time*

b. Perhitungan Takt Time

Takt Time diperoleh dengan cara membagi waktu kerja efektif dengan banyaknya pesanan/target perusahaan. Diketahui bahwa perusahaan menerapkan 5 hari kerja dengan waktu kerja selama 8 jam per hari. Untuk produk *valve frame*, target perusahaan adalah sebesar 3000 unit per hari. Tiap awal shift

terdapat kegiatan pengambilan material dari *warehouse* ke tempat *assembly* yang membutuhkan waktu sebesar 17,80 detik. Maka dengan menggunakan Persamaan (4) dapat dihitung *takt time* di departemen *assembly* adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{(8\ jam \times 3600\ detik) - 17,08\ detik}{3000\ unit/hari}$$

$$Takt\ time = 9,59\ detik/unit$$

Diketahui waktu baku terlama ada pada elemen kerja 3 yaitu sebesar 31,876 detik, sedangkan hasil dari perhitungan *takt time* yaitu sebesar 9,59 detik. *Takt time* tersebut merupakan waktu siklus. Dari hasil pengamatan diperoleh faktor penyesuaian lini sebesar 1,075 dengan allowance 41,94% sehingga diperoleh waktu baku sebesar 12,03 detik. Maka *takt time* yang digunakan untuk perakitan *valve frame* adalah sebesar 31,876 detik.

c. Penentuan Jumlah Minimal Stasiun Kerja

Jumlah stasiun kerja minimal dapat dihitung dengan cara membagi total waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu unit produk dengan *takt time*. Menggunakan persamaan (5) jumlah stasiun kerja yang harus disediakan untuk proses perakitan produk *valve frame* adalah sebagai berikut:

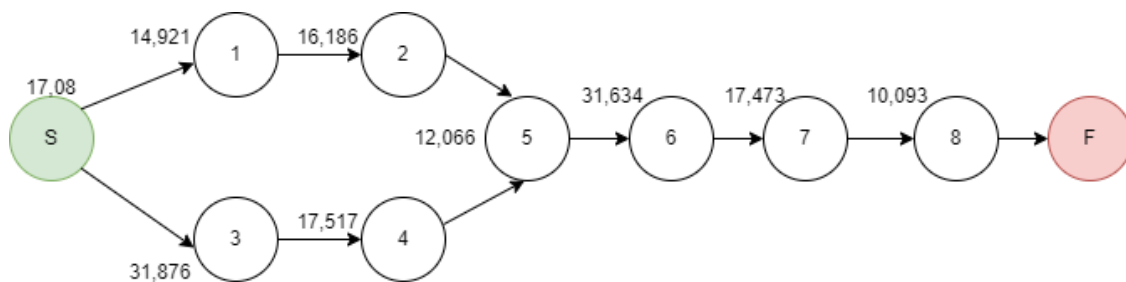
$$Jumlah\ stasiun\ kerja = \frac{(12,921 + 16,186 + 31,876 + 17,517 + 12,066 + 31,634 + 17,473 + 10,093)}{31,876}$$

$$Jumlah\ stasiun\ kerja = \frac{151,755}{31,876} = 4,7 \sim 5\ stasiun\ kerja$$

Hal ini menunjukkan untuk proses perakitan *valve frame* dapat dilakukan minimal di 5 stasiun kerja.

d. Analisis Keseimbangan Lintasan dengan Metode Ranked Positional Weight

Pada tahap ini akan dilakukan analisis keseimbangan lintasan perakitan *valve frame* berdasarkan data-data yang sudah didapat sebelumnya. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan membuat *presedence diagram* seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 *Precedence Diagram* Perakitan *Valve Frame*

Setelah dibuat *presedence diagram*, selanjutnya adalah menghitung bobot posisi tiap operasi seperti tabel 3 berikut:

Tabel 3 Bobot Posisi Tiap Elemen Kerja

Operasi	Operasi yang Mengikuti	Bobot Posisi	Operasi Pendahulu	Rank
1	2, 5, 6, 7, 8	102,37	-	2
2	5, 6, 7, 8	87,45	1	4
3	4, 5, 6, 7, 8	120,66	-	1
4	5, 6, 7, 8	88,78	3	3
5	6, 7, 8	71,27	2,4	5
6	7, 8	59,2	5	6

Operasi	Operasi yang Mengikuti	Bobot Posisi	Operasi Pendahulu	Rank
7	8	27,57	6	7
8	-	10,09	7	8

Kemudian dilakukan pembebanan operasi pada setiap stasiun kerja dengan jumlah stasiun kerja yang sudah ditentukan yaitu minimal 5 stasiun kerja, mulai dari bobot posisi terbesar hingga terkecil seperti pada table 4 berikut:

Tabel 4 Penugasan Operasi Pada tiap Stasiun Kerja Usulan (detik)

Stasiun Kerja	Pembebanan Operasi	Waktu Operasi	Efisiensi Stasiun Kerja (%)	Idle time
1	3	31,88	100	0
2	1, 2	31,11	97,58	0,77
3	4, 5	29,58	92,80	2,3
4	6	31,63	99,24	1,24
5	7, 8	27,57	86,47	4,31
Rata-rata			95,22	1,72

Dari tabel 4 diketahui bahwa lini perakitan *valve frame* memiliki efisiensi lini sebesar 95,22% dengan rata-rata *idle time* di tiap stasiun kerja sebesar 1,72 detik. Berikut ini perhitungan nilai *balance delay* dan *smoothness index* lini perakitan *valve frame* menggunakan persamaan (6) dan (7).

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 95,22\%$$

$$\text{Balance Delay} = 4,78\%$$

$$SI = \sqrt{0^2 + 0,77^2 + 2,3^2 + 1,24^2 + 4,31^2} = 5,09$$

Pada perhitungan *balance delay* didapatkan bahwa nilai *delay* dari ke-5 stasiun kerja sebesar 4,78% menandakan bahwa perakitan *valve frame* dengan 5 stasiun kerja hanya akan terjadi *delay* sebesar 4,78%. Nilai *smoothness index* sebesar 5,09 menandakan bahwa tingkat waktu tunggu semakin kecil.

e. Perbandingan Idle Time Stasiun Kerja Saat Ini dan Stasiun Kerja Usulan

Pada tahap ini dilakukan perbandingan *idle time* atau waktu mengganggu pada masing-masing stasiun kerja saat ini dan setelah dilakukan analisis *Line Balancing*. Diketahui saat ini, lini perakitan *valve frame* terdapat 4 stasiun kerja. Perhitungan *idle time* lini saat ini ditampilkan pada tabel 5:

Tabel 5. Rata-rata *idle time* pada stasiun kerja saat ini (detik)

Stasiun Kerja	Pembebanan Operasi	Waktu Operasi	Efisiensi Stasiun Kerja (%)	Idle Time
1	1, 2	31,11	62,99	18,20
2	3, 4	49,39	100	0
3	5, 6	43,70	88,48	5,69
4	7, 8	27,57	63,09	21,83
Rata-rata			78,64	11,43

Tabel 5 menunjukkan bahwa saat ini terdapat 4 stasiun kerja dengan rata-rata waktu menunggu di tiap stasiun kerja sebesar 11,43 detik dan efisiensi lini sebesar 78,64%.

Setelah dilakukan analisis *line balancing*, diperoleh 5 stasiun kerja usulan dengan rata-rata *idle time* yang lebih kecil dari lini stasiun kerja saat ini dengan efisiensi lini yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan analisis *line balancing*, proses perakitan *valve frame* lebih baik karena memiliki *idle time* yang lebih kecil dan efisiensi lini yang lebih besar. Penambahan stasiun kerja memerlukan

penambahan 1 orang operator yang diperoleh dari lini produksi lain yang jumlah operatornya melebihi beban kerja. Perbandingan jumlah *idle time* lini saat ini dengan lini usulan dapat dilihat di tabel 6:

Tabel 6 Perbandingan rata-rata *idle time* lini saat ini dan usulan (detik)

Stasiun Kerja	Kondisi Saat Ini	Usulan Perbaikan
1	18,20	0
2	0	0,77
3	5,69	2,3
4	21,83	1,24
5		4,31
Rata-rata	11,43	1,72

Berdasarkan tabel 6, persentase pengurangan *idle time* adalah sebesar:

$$\frac{11,43 \text{ detik} - 1,72 \text{ detik}}{11,43 \text{ detik}} \times 100\% = 84,95\%$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya analisis *line balancing* pada lini perakitan *valve frame* dapat mengurangi *idle time* sebesar 84,95%.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengamatan dan perhitungan waktu pada 8 elemen kerja (operasi) proses perakitan *valve frame* didapatkan waktu baku elemen kerja 1 hingga elemen kerja 8 berturut-turut sebesar 14,921 detik, 16,186 detik, 31,876 detik, 17,517 detik, 12,066 detik, 31,634 detik, 17,473 detik, dan elemen kerja 8 sebesar 10,093 detik, maka didapatkan hasil bahwa kecepatan produksi dari perakitan *valve frame* yaitu sebesar 31,876 detik. Hasil perhitungan jumlah stasiun kerja minimal pada lini perakitan *valve frame* adalah 5 stasiun kerja.

Analisis *line balancing* dengan metode *ranked positional weight* menghasilkan nilai efisiensi rata-rata dari lini perakitan *valve frame* sebesar 95,22% dengan rata-rata *idle time* sebesar 1,72 detik sedangkan dengan kondisi saat ini, rata-rata *idle time* lini sebesar 11,43 detik sehingga terjadi pengurangan *bottleneck* yang berupa waktu menganggur (*idle time*) di stasiun kerja sebesar 84,95%. Perlu dilakukan analisis terhadap setiap elemen kerja untuk dilakukan perbaikan tata cara kerja agar dapat mengurangi waktu operasi di stasiun kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azzahra, G. V dan Hidayah, N. Y., *Identifikasi Elemen Kerja dan Perhitungan Waktu Siklus Stasiun Kerja di Lini Perakitan Valve Frame PT. Anugrah Bersama Sejahtera*, [Laporan Kerja Praktik] Teknik Industri Univesitas Pancasila, (2021).
- [2] Basuki, M., Mz, H., Aprilyanti, S dan Junaidi, M., Perancangan Sistem Keseimbangan Lintasan Produksi Dengan Pendekatan Metode Heuristik, *Jurnal Teknologi*, **Vol.11 No. 2**, (2019)
- [3] Aryadi, D., Penerapan Keseimbangan Lini Produksi Daging Boneless Di PT. Dagsap Endura Eatore Menggunakan Pendekatan Pemodelan Sistem, *Jurnal Teknik Industri Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa*, **Vol.4 No.2**, (2020)
- [4] Dharmayanti, I dan Marliansyah, H., Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi Menggunakan Metode Line Balancing, *Jurnal Manajemen Industri Dan Logistik*, **Vol. 3 No. 1**, p.45-56, (2019)
- [5] Masniar, M dan Maga, M., Analisis Waktu Pembuatan Noken Menggunakan Metode Jam Henti (*Stopwatch Time Study*), *Jurnal Teknik Industri METODE*, **Vol.5 No.1**, p.1-7, (2019)
- [6] Nur Amalia, Penetapan Standar Proses Dan Pengukuran Waktu Standar Pada Produksi Tahu Baxo Ibu Pudji (Studi Kasus: CV. Pudji Lestari Sentosa), *Industrial Engineering Online Journal*, **Vol.6 No.4** (2017)
- [7] Putri, V. A., dan Hidayah, N. Y., Analisis Beban Kerja Karyawan Untuk Memenuhi Kebutuhan Produksi Di UKM Rissolia, *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, **Vol.3 No.2**, (2021)
- [8] Riyadi, M., *Pengendalian Produksi Di industri Galangan*, CV Jejak, (2020)
- [9] Ma'arif, S., *Manajemen Operasi*, Grasindo, (2003)
- [10] Kusmindari, D., Alfian, A dan Hardini, S., *Production Planning And Inventory Control*, **1st ed vol. 1**, Deepublish, (2019)

-
- [11] Regent M., Usulan Penentuan Waktu Baku Proses Racking Produk Amplimesh Dengan Metode Jam Henti Pada Departemen Powder Coating, *Jurnal Teknik*, **Vol.7 No.2**, (2019)