



PAPER – OPEN ACCESS

Usulan Penjadwalan Job Menggunakan Metode Campbell, Dudek and Smith (CDS) serta Metode Nawaz, Ensore and Ham (NEH) Guna Meminimalkan Makespan Proses Produksi Pistol Mainan di PT. ABC

Author : Novika Zuya, Mentari Oktaria Gurusinga
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1904
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Usulan Penjadwalan *Job* Menggunakan Metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) serta Metode *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) Guna Meminimalkan *Makespan* Proses Produksi Pistol Mainan di PT. ABC

Novika Zuya^a, Mentari Oktaria Gurusinga^a

^aMagister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155, Indonesia

novikazuyaha@gmail.com, mentarigurusingaa@gmail.com

Abstrak

Kinerja perusahaan akan kurang optimal jika cuma memanfaatkan penggunaan sumber daya yang ada tanpa mempertimbangkan kebutuhan pasar. Perusahaan sangat penting merancang rencana kerja berupa penjadwalan produksi yang baik dengan memperhatikan permintaan konsumen dipasar dan melayani konsumen dengan baik yaitu distribusi produk yang tepat jadwal serta *lead time* produksi sesuai dengan tanggal jatuh tempo. Penjadwalan yang baik akan meningkatkan efektivitas serta efisiensi *production system* guna meminimalkan biaya produksi. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu mengetahui urutan proses dan waktu proses dalam penyelesaian *job* agar keterlambatan dapat diminimalisasi. Alternatif penyelesaian masalah yang digunakan adalah menggunakan alur kerja metode *Nawaz, Enscore, Ham* (NEH) dengan usulan bahwa *process time* yang besar akan lebih di prioritaskan dari pada yang kecil. Alternatif Penjadwalan *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) yaitu sistem penjadwalan eksisting yang telah diterapkan. *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) memiliki prinsip kerja bahwa waktu proses diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar. Hasil penjadwalan menunjukkan Algoritma NEH lebih baik dalam memberikan alternatif urutan pengerjaan *job* dibandingkan dengan algoritma CDS dengan efisiensi sebesar 19.14 %. Urutan *job* yang menjadi solusi terbaik yakni *Job A - Job C - Job D - Job E - Job B* dengan nilai *makespan* 1394 jam.

Kata Kunci: *Champell Dudek Smith; Makespan; Nawaz Enscore Ham; Penjadwalan Produksi*

Abstract

Company performance will be less than optimal if it only utilizes the use of existing resources without considering market needs. It is very important for the company to design a work plan in the form of good production scheduling by taking into account consumer demand in the market and serving consumers well, namely the distribution of products on schedule and production lead time according to the due date. Good scheduling will increase the effectiveness and efficiency of the production system to minimize production costs. The purpose of this research is to determine the process sequence and process time in completing the job so that delays can be minimized. The alternative problem solving used is using the Nawaz, Enscore, Ham (NEH) workflow method with the proposal that large process times will be prioritized over small ones. Campbell, Dudek and Smith (CDS) scheduling alternative is the existing scheduling system that has been implemented. Campbell, Dudek and Smith (CDS) has a working principle that the process time is sorted from smallest to largest. The scheduling results show that the NEH algorithm is better at providing alternative job sequences compared to the CDS algorithm with an efficiency of 19.14%. The job sequence that is the best solution is Job A - Job C - Job D - Job E - Job B with a makespan value of 1394 hours.

Keywords: *Champell Dudek Smith; Makespan; Nawaz Enscore Ham; Scheduling*

1. Pendahuluan

PT ABC merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai senjata mainan. Umumnya, perusahaan-perusahaan tersebut bergerak dalam kegiatan manufaktur yang berfokus pada perakitan komponen. Untuk menanggapi permintaan pasar, perusahaan harus menyiapkan rencana kerja yang matang dengan mempertimbangkan permintaan konsumen pasar. Selain itu, persaingan di era sekarang sangat tajam, sehingga kinerja suatu perusahaan akan menjadi kurang optimal jika cuma memanfaatkan penggunaan sumber daya yang ada tanpa memperhatikan faktor lainnya.

Salah satu cara untuk memberikan *service* baik kepada pelanggan adalah dengan pengiriman produk tepat jadwal dan waktu kirim produk sesuai dengan tenggat waktu. Seperti yang dijelaskan Ghozali, L et al [1] dalam penelitiannya bahwa produk yang tepat jadwal dan optimal adalah tujuan yang ingin dicapai dan solusi terpenting adalah membuat penjadwalan yang efektif. Pentingnya perencanaan kerja dalam perusahaan juga dijelaskan oleh peneliti Ariyanti dkk [2] bahwa untuk mencapai hasil yang optimal dalam operasi produksi, semua operasi produksi harus direncanakan dengan baik sebelumnya.

Penjadwalan merupakan pengorganisasian sumber daya agar mampu melakukan banyak pekerjaan atau tindakan dalam waktu tertentu [3]. Jadwal produksi dengan pergerakan aliran tentunya cocok untuk beberapa produk dengan volume tinggi dan model tetap/stabil [4]. Perencanaan mesin bengkel aliran adalah gerakan terus menerus dari unit yang diatur oleh produk di stasiun kerja [5]. Secara umum masalah penjadwalan ini adalah bagaimana mendapatkan total waktu minimum untuk menyelesaikan semua pekerjaan, atau biasa disebut dengan *makespan* [6][7][8]. Efisiensi jadwal penting karena berdampak signifikan pada pengurangan biaya dan peningkatan produktivitas (Gupta, 2020), yang juga memengaruhi rantai pasokan manufaktur (Habibi, 2017).

Beberapa penelitian terkait jadwal kerja telah menarik perhatian perusahaan terhadap pencapaian efisiensi dan efektifitas sistem produksi. Ariyanti, L dkk. penelitian dilakukan untuk meminimalkan *production time* atau pengisian ulang menggunakan metode NEH dan algoritma CDS, yang mampu mengurangi keterlambatan produksi. Studi ini menyimpulkan bahwa metode penjadwalan NEH merupakan teknik yang tepat untuk meminimalkan jarak serta latensi waktu

Rizkya, I et al [9] dalam penelitiannya menjelaskan pengaturan waktu produksi untuk meminimalisir keterlambatan pengiriman produk ke konsumen. Solusi alternatif yang digunakan dalam penelitian ini mengkomparasi efektivitas FCFS dan NEH. Penjadwalan FCFS adalah sistem penjadwalan eksisting yang telah diterapkan. Dengan algoritma NEH untuk perencanaan produksi didapatkan hasil bahwa waktu penyelesaian semua pesanan (*make time*) lebih cepat dari pada teknik *First Come First Serve*.

Ghozali, L et al [10] juga melakukan penelitian dalam peningkatan kapasitas produksi dan *service* produksi yaitu berupa peningkatan ketersediaan mesin dan produksi tepat waktu. Metode perencanaan yang akan digunakan adalah *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dan *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH). Metode-metode tersebut memberikan jadwal kerja yang bervariasi dengan jadwal perusahaan. Metode NEH merupakan metode dengan periode terbaik 4858 menit, dengan penghematan waktu sebesar 252 menit dari waktu perusahaan sebesar 5110 menit.

Berdasarkan penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa kajian proposal jadwal kerja dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dan *Nawaz, Enscore and Ham* (NEH) adalah penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui urutan dan waktu jadwal kerja perusahaan senjata mainan, agar penyelesaian pekerjaan tidak tertunda.

2. Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian dilakukan dengan menentukan masalah pengujian konsistensi grafik dan kecukupan data yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas dengan memanfaatkan teknik *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) serta teknik *Nawaz, Enscore* dan *Ham* (metode NEH).

2.1. Deskripsi Masalah

Jenis aliran produksi yang digunakan pada PT ABC adalah *Flow Shop* yang berarti rantai produksi yang memproses produknya dengan pekerjaan dengan lintasan produk yang persis atau hampir sama. Proses pembuatan pistol mainan secara berurutan dimulai dari perakitan komponen-komponen set inti, memasang set inti dengan kerangka kiri pistol, memasang body hias pada kerangka kiri pistol, memasang *set control*, memasang kerangka kanan pistol, memasang mur dan memasang baterai serta memasang penutup baterai.

Berbagai variabel yang berelasi dengan *problem* ini yaitu:

1. Waktu Penyelesaian/Proses merupakan waktu dalam setiap kegiatan operasi dalam tiap *job* merupakan waktu proses. Waktu ini mencakup *set up time* dan waktu saat persiapan.
2. Waktu Standar yaitu waktu kemampuan rata-rata pekerja dalam bekerja keadaan normal sampai pekerjaan tersebut selesai. Adapun perhitungan waktu standar adalah:

$$\text{Waktu Standar (WS)} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}} \quad (1)$$

dengan

$$\text{Waktu Normal (WN)} = \text{Waktu Siklus rata-rata} \times \text{rating factor} \quad (2)$$

3. Data Permintaan yaitu mencakup jumlah permintaan konsumen untuk setiap jenis *job*.
4. Data waktu pengerjaan *job*, yaitu mencakup perhitungan waktu baku dan permintaan produk. Data penelitian ini mencakup data primer dan sekunder.

$$\text{WP} = \text{WSt} + \text{WS} \times \frac{\text{Jumlah permintaan}}{\text{kapasitas mesin}} \quad (3)$$

dengan

WP = Waktu Penyelesaian

WSt = Waktu Setup

2.2. Uji Keseragaman Data

Dalam memeriksa data sudahseragam atau belum maka diperlukan uji keseragaman data. Pada pengujian ini digunakan taraf keyakinan 95% dan taraf ketelitian 5%.

1. Menghitung nilai rata-rata waktu siklus Stasiun Kerja 1.

$$X_{bar} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$X_{bar} = \frac{515+492+482+418+428+513+508+426+451+461}{10}$$

$$X_{bar} = \frac{4694}{10} = 469.4$$

2. Menghitung nilai standar deviasi waktu Stasiun Kerja 1.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{bar})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(515-469.4)^2 + \dots + (461-469.4)^2}{10-1}} = 37.70$$

3. Menghitung BKA dan BKB

$$BKA = X_{bar} + 2\sigma = 469.4 + (2 \times 37.70) = 544.79$$

$$BKB = X_{bar} - 2\sigma = 469.4 - (2 \times 37.70) = 394.01$$

2.3. Uji Kecukupan Data

Jumlah pengukuran yang dilakukan dalam penelitian sebanyak 10 kali. Dengan taraf kepercayaan 95% dan taraf akurasi 5%, diketahui bahwa jumlah data pengamatan pada setiap jenis produk pada setiap stasiun kerja sudah cukup yang berarti sudah cukup mewakili populasinya. Perhitungan uji kecukupan data Stasiun Kerja 1 untuk produk Pistol Mainan Tipe 1 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Pengujian Kecukupan Data Waktu Stasiun Kerja 1 Produk Pistol Mainan Tipe 1

No Pengukuran	X	X ²
1	515	265,225
2	492	242,064
3	482	232,324
4	418	174,724
5	428	183,184
6	513	263,169
7	508	258,064
8	426	181,476
9	451	203,401
10	461	212,521
SUM	4,694	2,216,152

Sumber: Pengolahan Data

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{(\sum X)} \right)^2 = \left(\frac{40 \sqrt{10(2.216.152) - (4.694)^2}}{(4694)} \right)^2 = 3.05$$

Karena $N' (3.05) < N (10)$ maka data cukup dan pengukuran lanjutan tidak diperlukan. Hasil pengujian setiap satian kerja setiap jenis produk dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

Produk	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5	SK 6	SK 7	Keterangan
Pistol Mainan Tipe 1	3.05	2.76	2.83	2.55	3.26	2.19	2.89	Cukup
Pistol Mainan Tipe 2	3.39	2.98	2.44	2.71	2.53	2.23	2.92	Cukup
Pistol Mainan Tipe 3	2.64	3.28	2.58	2.33	2.21	2.64	2.75	Cukup
Pistol Mainan Tipe 4	2.65	2.81	2.31	1.93	3.04	2.72	3.08	Cukup
Pistol Mainan Tipe 5	2.72	2.64	1.54	2.81	3.25	1.97	2.16	Cukup

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan hasil perhitungan semua data masuk kategori seragam.

2.4. Penjadwalan dengan Algoritma Campbell, Dudek and Smith (CDS)

Penjadwalan *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) yaitu sistem penjadwalan eksisting yang sudah diimplementasikan *Campbell Dudek and Smith* dalam membuat percobaan algoritma serta menguji performansinya untuk beberapa *problem* [11].

Metode CDS [12] ini memuat dua hal sebagai berikut:

- Penggunaan aturan Johnson pada teknik heuristik
- Kerap memberikan jadwal-jadwal yang terbaik

Tahapan pada teknik ini yaitu:

- Pilih urutan teratas ($k=1$). Temukan harga $t_{*i,1}$ dan $t_{*i,2}$ paling kecil dimana berupa *process time* mesin pertama dari kedua.
- Jika waktu terkecil berasal dari mesin 1 (misal $t_{i,1}$), lalu letakkan tugas itu di urutan awal, bila waktu terkecil berasal dari mesin 2 (misal $t_{i,2}$), tugas itu diletakkan pada urutan terakhir.
- Move* tugas itu dari *list*-nya lalu urutkan. Jika ada sisa *job* ulangi langkah sebelumnya, tetapi jika tidak ada, pengurutan telah selesai.

2.5. Penjadwalan dengan Algoritma Nawaz, Enscore and Ham (NEH)

Tahapan pembuatan penjadwalan dengan metode *Nawaz, Enscore* dan *Ham* (NEH) yaitu [13]:

Langkah 1:

1. Cari total waktu proses masing-masing *job*.
2. *Sort job* dari waktu proses terbesar hingga terkecil.
3. Hasil sortir ini menjadi daftar urut *job*.

Langkah 2:

1. *Set K* = 2.
2. Pada urutan pilih *job* pertama dan kedua paling atas.
3. Bentuk dua alternatif baru untuk calon urutan baru.
4. Kalkulasi waktu keseluruhan berdasarkan urutan yang baru.
5. Pilih calon dengan waktu terkecil dari semua proses produksi parsial. Jika ada yang sama, pilih calon urutan parsial paling kecil. Namun, jika masih sama juga pilihlah secara random.
6. Hilangkan *job* yang sudah diambil.
7. Perhatikan apakah $K = n$ (dimana *K* merupakan total *job*).
8. Jika benar, berlanjut ke langkah 4 tetapi jika tidak maka masuk ke langkah 3.

Langkah 3:

1. Atur $K = K + 1$.
2. Pada urutan pilih *job* pertama paling atas.
3. Sebanyak *K* calon urutan parsial baru didapat melalui pemasukan pekerjaan ke *space* urutan sebelumnya.
4. Kalkulasi waktu keseluruhan berdasarkan urutan yang baru.
5. Pilih calon dengan waktu terkecil dari semua proses produksi parsial. Jika ada yang sama, pilih calon urutan parsial paling kecil. Namun, jika masih sama juga pilihlah secara random [23].
6. Calon urutan parsial yang terpilih akan dijadikan urutan parsial yang baru.
7. Hilangkan *job* yang sudah diambil.
8. Perhatikan apakah $K = n$ (dimana *n* merupakan total *job*).
9. Jika benar, berlanjut ke langkah 4 tetapi jika tidak maka masuk ke langkah 3.

Langkah 4:

Urutan parsial baru dijadikan sebagai urutan *final* dan *stop*.

2.6. Efisiensi Indeks

Agar diketahui performansi parameter untuk penentuan metode yang lebih baik, dilakukan pendekatan dengan menghitung nilai efisiensi [5].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan Waktu Penyelesaian

Waktu baku masing-masing elemen kerja didapat dari waktu rata-rata *process time* dikalikan *rating factor* serta *allowance*.

Contoh perhitungan waktu baku Stasiun Kerja 1 Produk Pistol Mainan Tipe 1:

Waktu Siklus = 469,4 detik

Rating Factor = 1.14

Allowance = 19 %

Maka,

Waktu Normal = 469.4 detik x 1.14 = 536 detik

Waktu Baku = 536 detik x (1/(1-0.19)) = 637 detik

Perhitungan waktu penyelesaian adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Penyelesaian } t(i,j) = \text{Waktu Setup} + \left(\text{Waktu Baku} \times \frac{\text{Jumlah Permintaan}}{\text{Kapasitas}} \right)$$

$$t(1,1) = 60 + \left(637 \times \frac{1078}{1} \right) = 577.868 \text{ detik} \approx 191 \text{ jam}$$

3.2. Penjadwalan dengan Algoritma Campbell Dudek Smith (CDS)

Hasil perhitungan makespan dengan metode CDS dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Perhitungan dengan Penyisipan *Idle Time*

Job	Waktu Penyelesaian									
	SK1	SK2	Idle 2	New time	SK3	Idle 3	New time	SK4	Idle 4	New time
A	191	10	191	201	45	201	246	23	246	269
B	189	10	179	189	46	144	190	23	167	190
C	197	10	187	197	46	151	197	24	174	198
D	191	10	181	191	45	145	190	24	166	190
E	196	10	186	196	46	151	197	23	173	196

Tabel 3.3. Perhitungan dengan Penyisipan *Idle Time* (lanjutan)

Job	Waktu Penyelesaian								
	SK5	Idle 5	New time	SK6	Idle 6	New time	SK7	Idle 7	New time
1	22	269	291	278	291	569	58	569	627
2	22	168	190	270	-	270	59	212	271
3	23	176	199	277	-	277	61	218	279
4	23	167	190	274	-	274	61	213	274
5	23	173	196	275	-	275	59	214	273
Total Makespan									1,724

Sumber: Pengolahan Data

Diperoleh *Makespan* dengan Algoritma CDS adalah sebesar 1724 jam.

3.3. Penjadwalan dengan Algoritma Nawaz, Enscore dan Ham (NEH)

Hasil rekapitulasi penjumlahan waktu proses dalam tiap job tertera pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Penjumlahan Waktu Proses Setiap Job

WC	Lead Time at Each Job				
	Job A	Job B	Job C	Job D	Job E
1	191	189	197	191	196
2	10	10	10	10	10
3	45	46	46	45	46
4	23	23	24	24	23
5	22	22	23	23	23
6	278	270	277	274	275
7	58	59	61	61	59
Total Waktu	627	619	638	628	632

Sumber: Pengolahan Data

Maka diperoleh daftar pengurutan *job-job* terpilih seperti berikut:

Job C - Job E - Job D - Job A - Job B

Penjadwalan produksi menggunakan algoritma NEH menjalani beberapa iterasi. Urutan pekerjaan dimulai dari dua pekerjaan (set $K = 2$, mengambil 2 jumlah pekerjaan dari paling besar pertama dan kedua pada urutan pekerjaan) dimana data yang di-*input* untuk iterasi selanjutnya hanya urutan pekerjaan pada makespan terkecil.

Berikut Rekapitulasi urutan parsial untuk semua pekerjaan berdasarkan tahapan proses menggunakan algoritma NEH ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Rekapitulasi Urutan *Job*

<i>Iteration to-</i>	<i>Job Sequence</i>	<i>Makespan Value (hours)</i>	<i>Mean Flow time (hours)</i>
1	C - E	829	
	E - C	1031	
2	C - E - D	1021	
	C - D - E	1020	
	E - C - D	1021	
3	C - D - E - A	1211	929.5
	C - D - A - E	1211	928.25
	C - A - D - E	1211	928.25
	A - C - D - E	1211	920.75
4	A - C - D - E - B	1394	
	A - C - D - B - E	1400	
	A - C - B - D - E	1400	
	A - B - C - D - E	1400	
	B - A - C - D - E	1405	

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan tabel 4.22. tersebut diketahui bahwa urutan penjadwalan menggunakan metode NEH adalah *Job A - Job C - Job D - Job E - Job B* dengan nilai *makespan* sebesar 1394 Jam.

Dari penelitian ini, setiap metode mampu menghasilkan keputusan berdasarkan cara kerjanya masing-masing. Hasil dapat digunakan pengambil keputusan sebagai dasar pengambil kebijakan untuk penjadwalan *job* berdasarkan pada kriteria *makespan* yang terkecil. Dari perhitungan diatas, didapat bahwa penjadwalan usulan terbaik dengan metode NEH mempunyai *makespan* lebih kecil.

3.4. Efisiensi Indeks

Agar diketahui performansi parameter untuk penentuan metode yang lebih baik, dilakukan pendekatan dengan menghitung nilai efisiensi. [14].

$$\text{Efisiensi Indeks} = \frac{\text{Makespan CDS} - \text{Makespan Algoritma Genetika}}{\text{Makespan CDS}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Indeks} = \frac{1724 - 1394}{1724} \times 100\% = 19.14\%$$

Berdasarkan hasil pengukuran nilai efisiensi, ditemukan efisiensi senilai 19.14%, sehingga diperoleh bahwa metode algoritma genetika cukup efisien dibandingkan menggunakan algoritma CDS.

4. Kesimpulan

Penjadwalan job adalah titik kunci penyelesaian masalah keterlambatan. Beberapa teknik yang menghasilkan alternatif penyelesaian problem penentuan pekerjaan pada perusahaan yaitu metode NEH dan CDS. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan bahwa metode NEH dapat meminimasi keterlambatan dengan urutan job terpilih. Algoritma NEH digunakan untuk mendapatkan penjadwalan yang optimal melalui pendekatan iterasi urutan parsial. Hasil yang diperoleh dari penggunaan Algoritma NEH dalam meminimasi makespan dengan urutan job terpilih yaitu Job A - Job C - Job D - Job E - Job B dan nilai makespan terbaik adalah 1394 jam serta penghematan waktu proses sebesar 252 menit.

References

- [1] Ghozali, L., Widodo, L & Wendy, "Usulan Penjadwalan Job dengan Metode Campbell, Dudek and Smith (CDS) dan Metode Nawaz, Enscore and Ham (NEH) untuk meminimasi Makespan Proses Stamping Part Isuzu di Line B PT. XYZ", Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer: 2013
- [2] Ariyanti, S., dkk."Usulan Penjadwalan Produksi Benang Menggunakan Metode Neh Dan Metode Algoritma Johnson Untuk Meminimasi Waktu Produksi Di Pt. Laksana Kurnia Mandiri Sejati", Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 6 No. 3, 157 – 164: 2018
- [3] Baker, K. R., & Trietsch, D. (2009). Principles of Sequencing and Scheduling. America : John Wiley and Son Inc
- [4] Apnena, R.D., (2021). *Optimasi Penjadwalan Flow Shop Perusahaan Garment dengan Metode CDS, Algoritma NEH dan Algoritma Pour dengan Kriteria Minimasi Makespan* : Journal Informatics and Electronics Engineering, Vol. 01, No 01: 2021
- [5] Ginting, R *Penjadwalan Mesin*, 1st ed. jogjakarta: Graha Ilmu, 2009
- [6] Fernandez-Viagas, V., Ruiz, R. & Framinan, J. M., (2017). *A new vision of approximate methods for the permutation flowshop to minimise makespan: State-of-the-art and computational evaluation*.European Journal of Operational Research, Vol. 257(3), pp. 707–721.
- [7] Allahverdi, A., Aydilek, H. & Aydilek, A., (2018). *No-Wait Flowshop Scheduling Problem With Two Criteria; Total Tardiness And Makespan*.European Journal of Operational Research, Vol. 269(2), pp. 590–601.
- [8] Assia, S., El-Abbassi, I., El-Barkany, A., Darcherif, M., & El-Biyaali, A., (2020). *Green Scheduling of Jobs and Flexible Periods of Maintenance in a Two-Machine Flowshop to Minimize Makespan, a Measure of Service Level and Total Energy Consumption*. Advances in Operations Research, pp. 1–9.
- [9] Rizkya, I. (2019). *Nawaz, Enscore, Ham (NEH) Algorithm to Minimization of Makespan In Furniture Company*. IOP Conf. Series: Material Science and Engineering
- [10] Ghozali, L., Widodo, L & Wendy. (2013).*Usulan Penjadwalan Job dengan Metode Campbell, Dudek and Smith (CDS) dan Metode Nawaz, Enscore and Ham (NEH) untuk meminimasi Makespan Proses Stamping Part Isuzu di Line B PT. XYZ*: Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer.
- [11] N. Masrurroh, "ANALISA PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE AMPBELL DUDECK SMITH, PALMER, DAN DANNENBRING DI PT.LOKA REFRAKTORIS SURABAYA," pp. 158–171
- [12] ARYETTA, RIZKY. *Penjadwalan Mesin Dengan Metode CDS (Campbell, Dudek & Smith) dan Metode Palmer pada Bagian Casing Shop di PT Indonesia Asahan Aluminium (INALUM)*, Karya Akhir. Medan:Universitas Sumatera Utara.2007.
- [13] Ginting, Rosnani, "Penjadwalan Mesin: Sistem, Algoritma, Pemecahan Masalah dan Penerapan," Medan, USU Press : 2023
- [14] H. Bashori, "UPAYA MEMINIMASI MAKESPAN DENGAN PENERAPAN ALGORITMA CROSS ENTROPY PADA PENJADWALAN FLOW SHOP."
- [15] Kim. 1993. *Heuristics for Flowshop Scheduling Problems Minimizing Mean Tardiness: Jurnal of the Operationl Research Society*.
- [16] Liu, Weibo., dkk."A New Improved NEH Heuristic for Permutation Flowshop Scheduling Problems", International Journal of Production Economics: 2017
- [17] Pinedo, M. L. (2012). "Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems 4th Edition". New Jersey : Springer