



PAPER – OPEN ACCESS

Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing di PT. XYZ

Author : Mulya Sultoniq Lubis dan Rosnani Ginting
DOI : 10.32734/ee.v2i3.758
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & 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



Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing di PT. XYZ

Mulya Sultoniq Lubis¹, Rosnani Ginting²

¹Jl. Bahagia, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

²Kampus USU, Jl. Almamater, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

¹mulya.usu@yahoo.com, ²rosnani_usu@yahoo.co.id

Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi cangkir plastik. Produksi dilakukan berdasarkan pesanan pelanggan (job order). Penjadwalan produksi yang diterapkan pada perusahaan sesuai dengan urutan job pada pesanan. Job yang datang pertama harus diselesaikan terlebih dahulu dari job lain (yang memiliki batas waktu pengerjaan yang sama). Hal ini memberikan dampak terhadap keterlambatan pengiriman produk ke tangan konsumen. Keterlambatan pengiriman produk dapat dihindarkan melalui penjadwalan produksi di perusahaan guna meminimalkan waktu penyelesaian produk (makespan). Algoritma heuristik yang digunakan dalam penelitian ini adalah Simulated Annealing. Algoritma Simulated Annealing termasuk dalam algoritma heuristik karena memiliki potensi besar untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Parameter yang digunakan adalah temperatur awal (T_i) sebesar 200°C , faktor suhu reduksi (s) sebesar 0,95, iterasi sebanyak 15 kali. Waktu Penyelesaian produk (makespan) pada Algoritma Simulated adalah 20149,89 menit. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode usulan tersebut, maka terdapat pengurangan makespan sebesar 4418.86 menit = 75,65 jam = 3,06 hari. Sehingga penjadwalan job tidak terjadi keterlambatan dari due date yang telah ditetapkan yaitu 14 hari. Sehingga dapat disimpulkan Algoritma Simulated Annealing lebih efektif daripada metode First Come First Served.

Kata kunci: Penjadwalan produksi; *Makespan*; Algoritma Heuristik, *Simulated Annealing*.

Abstract

PT. XYZ is a manufacturing company that produces plastic and jolly cups based on customer orders (job orders). The clear plastic cup product is the company's flagship product because it is always ordered by customers in large quantities. The company implements production scheduling according to the order of the jobs on the order, where every first job that comes must be completed first from another job (which has the same deadline for processing). This has an impact on late delivery of products to consumers. To avoid delays in product shipments, it is necessary to schedule production at the company to minimize product turnaround time (makespan). This study uses a Simulated Annealing Algorithm. Simulated Annealing algorithm is a type of heuristic method because it has a great potential to solve the optimization problem, where the parameters used are initial temperature (T_i) of 200°C , reduction of temperature factor (s) of 0.95, the number of iterations by 15 times. The initial solution to the Simulated Annealing Algorithm uses the First Come First Served method. From the results of the study, the makespan produced on the First Come First Served method was 24568.75 minutes, while the Simulated Annealing Algorithm method was 20149.89 minutes. It can be seen that by using the proposed method, there is a reduction in makespan of 4418.86 minutes = 75.65 hours = 3.06 days. So that job scheduling can be fulfilled on time and there are no delays from the due date set at 14 days. So it can be concluded that the Simulated Annealing Algorithm is more effective than the First Come First Served method

Keywords: Production scheduling, Simulated Annealing Algorithm, Flow Shop, Makespan.

1. Pendahuluan

Hampir di setiap perusahaan manufaktur pasti memiliki serangkaian proses produksi untuk menghasilkan produk. Proses produksi dapat berjalan dengan baik apabila diikuti dengan pekerja dan fasilitas yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Mengefisienkan pekerja merupakan salah satu hal yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas.

Penjadwalan merupakan kegiatan mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan sejumlah pekerjaan. Keterbatasan sumber daya yang dimiliki menimbulkan proses penjadwalan sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien. Unit-unit produksi (resources) dapat dimanfaatkan secara optimum dengan dilakukan pengurutan pekerjaan ini. Berbagai model penjadwalan telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan penjadwalan tersebut (Rosnani, 2016).

Penjadwalan Flowshop adalah suatu unit-unit yang bergerak secara terus menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. Sumber daya yang dialokasikan pada pejadwalan flowshop akan dilewati oleh setiap job secara berurutan. Setiap job memiliki urutan tahap atau rute pengerjaan yang sama. Kriteria yang digunakan memengaruhi ukuran performansi penjadwalan, antara lain: total waktu untuk penyelesaian semua job minimum (makespan), rata-rata keterlambatan yang minimum (mean tardiness), rata-rata waktu penyelesaian setiap job yang minimum (mean flow time), dan sebagainya. Penentuan jadwal yang memenuhi seluruh kriteria yang ada sangat sulit untuk dilakukan. Oleh karena itu, minimasi makespan dapat mewakili seluruh kriteria yang ada.

Annealing adalah satu teknik yang dikenal dalam bidang metalurgi, digunakan dalam mempelajari proses pembentukan kristal dalam suatu materi. Agar dapat terbentuk susunan kristal yang sempurna, diperlukan pemanasan sampai suatu tingkat tertentu, kemudian dilanjutkan dengan pendinginan yang perlahan-lahan dan terkendali dari materi tersebut. Pemanasan materi di awal proses annealing, memberikan kesempatan pada atom-atom dalam materi itu untuk bergerak secara bebas, mengingat tingkat energi dalam kondisi panas ini cukup tinggi. Proses pendinginan yang perlahan-lahan memungkinkan atom-atom yang tadinya bergerak bebas itu, pada akhirnya menemukan tempat yang optimum, di mana energi internal yang dibutuhkan atom itu untuk mempertahankan posisinya adalah minimum (Santosa dan Willy 2011).

PT. XYZ menggunakan sistem flowshop pada produksinya. Perusahaan dalam permintaannya bersifat make to order yang menyadari akan pentingnya ketepatan waktu penyelesaian. Penjadwalan produksi dilakukan dengan aturan *First Come First Served* (FCFS). Pada penjadwalan FCFS ini, order yang tiba lebih dahulu akan dilayani lebih dahulu.

Pada PT. XYZ masih ditemukan beberapa jadwal yang tidak tepat. Hal ini dikarenakan besarnya waktu penyelesaian (makespan) yang terdapat di lantai pabrik.

Data Keterlambatan diatas menunjukkan adanya keterlambatan order yang terjadi sebanyak 11 kali dalam satu tahun,. Diperlukan adanya metode penjadwalan produksi yang tepat untuk menghindari hal semacam ini. Dengan adanya metode penjadwalan produksi yang tepat, diharapkan total waktu penyelesaian keseluruhan produk (makespan) menjadi lebih singkat. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, model alternatif model yang akan dianalisis adalah model penjadwalan Algoritma Simulated Annealing.

Data pada jurnal ini diperoleh dari tugas sarjana Sarah Hutahaean dengan judul *Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing di PT. XYZ*.

Pada PT. XYZ jumlah order per bulan yaitu sebanyak 164 order, dengan total produksi sebanyak 61.100 buah, dan jumlah keterlambatan yaitu sebanyak 11 order per 12 periode.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian deskriptif (*Deskriptive Research*) yaitu suatu penelitian yang memaparkan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang berdasarkan data secara sistematis. (Sukaria Sinulingga, 2019). Pada penelitian ini meliputi proses pengumpulan, penyajian dan pengolahan data serta analisa dan interpretasi.

Penelitian dilakukan di PT. XYZ. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu suatu jenis penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis, faktual dan akurat tentang fakta-fakta dan sifat-sifat suatu

objek atau populasi tertentu. Objek penelitian ini adalah proses pembuatan Cangkir Plastik Bening. Alasan pemilihan produksi jenis ini adalah karena Cangkir Plastik Bening merupakan produk yang paling banyak dipesan oleh pelanggan. Langkah-langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Melakukan uji keseragaman dan kecukupan data.
2. Menghitung waktu normal dan waktu standar.
3. Menghitung waktu total penyelesaian (proses) pada tiap tipe produk.
4. Menghitung makespan awal dengan Metode FCFS (First Come First Served).
5. Menentukan penjadwalan produksi dengan menggunakan Algoritma Simulated Annealing.

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Variabel Dependen

Variabel dependen adalah variabel penelitian yang nilainya ditentukan oleh variabel lain (bebas). Variabel yang termasuk dalam kategori ini, yaitu:

- a. Penjadwalan Optimal

Variabel ini menunjukkan urutan penjadwalan yang paling optimum dengan kriteria makespan terkecil.

2. Variabel Independen

Variabel independen adalah variabel penelitian yang nilainya tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Variabel yang termasuk dalam kategori ini, yaitu:

- a. Waktu Proses

Variabel ini menunjukkan waktu proses tiap work center.

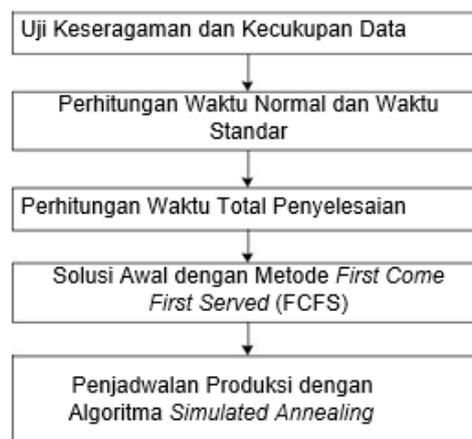
- b. Jumlah Order

Variabel ini menunjukkan banyaknya unit produk yang diminta oleh konsumen per periode dimana ukurannya dilihat dalam satuan unit.

- c. Urutan Job

Variabel ini menunjukkan job mana yang lebih diprioritaskan untuk diproduksi terlebih dahulu dimana ukurannya dilihat dalam kode.

Berikut ini merupakan *block diagram* dari pengolahan data yang digunakan:



Gambar 1. *Block Diagram* Pengolahan Data *Simulated Annealing*

Tujuan dari penelitian ini dapat diuraikan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Tujuan Umum

Tujuan umum yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan suatu model penjadwalan yang mampu memberikan nilai makespan yang minimum dengan menggunakan metode Algoritma Simulated Annealing.

2. Tujuan Khusus

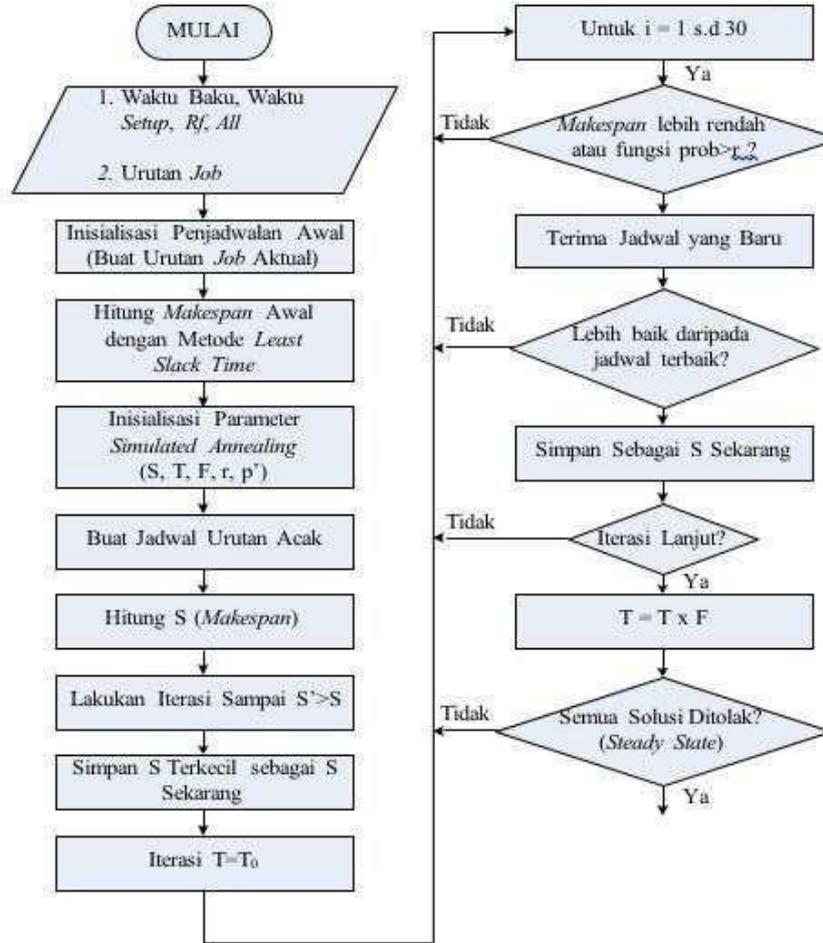
Tujuan khusus yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan suatu kondisi optimum dari penjadwalan yang dilakukan diantaranya:

- a. Mengaplikasikan metode Simulated Annealing dalam mengurutkan job-job yang akan diproses di setiap stasiun kerja.

- b. Meminimisasi total waktu pengerjaan seluruh jenis produk (makespan) sehingga dapat meminimalkan keterlambatan.

Data yang digunakan dalam pemecahan masalah penjadwalan, adalah:

Gambar 3. Flow Chart Simulated Annealing dalam Pengurutan Job



1. Data Primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan dengan menggunakan tool untuk mengukur data-data secara langsung. Instrumen yang digunakan adalah stopwatch dengan merk ROX-SW8-2008 untuk mengukur waktu proses. Data primer pada penelitian ini, yaitu
 - a. Waktu siklus dan waktu set up pada tiap work center, diperoleh melalui pengukuran waktu, dimana instrumen yang digunakan adalah stopwatch.
 - b. Rating factor diperoleh melalui pengukuran yang diamati pada saat operator sedang bekerja pada setiap stasiun kerja.
 - c. Faktor kelonggaran (allowance), diperoleh melalui pengamatan secara langsung pada saat operator sedang bekerja.
 - d. Data jumlah stasiun kerja, diperoleh melalui wawancara di PT. XYZ.
 - e. Data jumlah mesin di setiap stasiun kerja, diperoleh melalui wawancara di PT. XYZ.
2. Data Sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan tanpa melakukan pengukuran atau pengamatan secara langsung yang diperoleh dari arsip-arsip perusahaan. Data sekunder pada penelitian ini, yaitu:
 - a. Tipe dan spesifikasi produk.
 - b. Data jumlah permintaan (order).
 - c. Gambaran umum perusahaan.

Perbandingan Kriteria Performansi Penjadwalan yang Dilakukan oleh Pihak Perusahaan dengan yang Dilakukan dengan Simulated Annealing (SA). Prosedur penelitian dapat dilihat melalui blok diagram pada Gambar 3.

3. Hasil dan Pembahasan

Data permintaan yang dikumpulkan dalam penelitian ini diambil dari permintaan cangkir plastik bening pada bulan Juli 2013. Data permintaan produk dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Data Permintaan Produk

No	Kode	Tipe Produk	Jumlah (Pcs)
1	Job 1	MGT 20	1.800.000
2	Job 2	MK AD 110	900.000
3	Job 3	MK 125 D	300.000
4	Job 4	MG 180	750.000
5	Job 5	MK EM 180	1.350.000
6	Job 6	MGA 150	1.200.000

Data permintaan yang dikumpulkan dalam penelitian ini diambil dari permintaan cangkir plastik bening pada bulan Juli 2013.

Data yang diambil merupakan data jumlah mesin yang terdapat pada masing-masing stasiun kerja, jumlah operator, waktu setup setiap mesin, jam kerja dan jumlah shift. Data kapasitas work center setiap periode dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kapasitas Work center

Stasiun Kerja	Nama Mesin	Jumlah	Waktu	Jumlah	Jam	Jumlah
		Mesin (unit)	Setup (menit)	Operator/Mesin (orang)	Kerja/Hari (jam)	
Proses <i>mixing</i> material	Mesin <i>Mixer</i>	1	10	2	8	3
Pemanasan material bagian I	Mesin <i>Barel Heater</i>	1	20	1	8	3
Penyaringan material	Mesin <i>Screen Heater</i>	1	25	1	8	3
Pemanasan Material bagian I	Mesin <i>Die Heater</i>	1	15	1	8	3
Pencetakan gulungan material	Mesin <i>Roll Jumbo</i>	1	10	2	8	3
Pencetakan Cangkir Plastik Bening	Mesin <i>Dong Long</i>	3	10	3	8	3

Proses produksi dibagi ke dalam enam stasiun kerja (WC). Uraian pekerjaan pada setiap stasiun kerja dapat dilihat sebagai berikut:

1. WC I : Proses *mixing* material (Nomor proses T-1, I-1, T-2, O-1)
2. WC II : Proses pemanasan material bagian I (Nomor proses T-3, O-2)
3. WC III: Proses Penyaringan material (Nomor proses O-3)
4. WC IV: Proses pemanasan material bagian II (Nomor proses T-5, O-4)
5. WC V : Proses pencetakan gulungan material (Nomor proses T-6, O-5, T- 7, O-6, T-8, I-2, T-11)

6. WC VI: Proses pencetakan Cangkir plastik bening (O-8, T-12, I-3, T-13, O-10)

Catatan waktu siklus selama pengamatan untuk seluruh tipe cangkir plastik bening yang yang ditunjukkan pada tabel 4. sampai tabel 9. Data waktu untuk WC I sampai WC VI dalam satuan menit. Data ini merupakan data

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan *Makespan* Awal (Menit)

<i>Job</i>							
WC	Ket	MGT 20 (1)	MK AD 110 (2)	MK 125 D (3)	MG 180 (4)	MK EM 180 (5)	MGA 150 (6)
I	Mulai	0	3286,76	4620,38	5036,55	6070,96	7987,03
	Selesai	3286,76	4620,38	5036,55	6070,96	7987,03	9660,03
II	Mulai	3286,76	5777,92	7080,32	7504,76	8604,38	10476,64
	Selesai	5777,92	7080,32	7504,76	8604,38	10476,64	12185,07
III	Mulai	5777,92	7584,56	8585,00	8888,64	10476,64	12185,07
	Selesai	7584,56	8585,00	8888,64	9691,42	11773,88	13433,88
IV	Mulai	7584,56	9986,65	11221,77	11648,22	12683,25	14505,28
	Selesai	9986,65	11221,77	11648,22	12683,25	14505,28	16053,87
V	Mulai	9986,65	13947,38	15932,32	16594,80	18260,83	21227,75
	Selesai	13947,38	15932,32	16594,80	18260,83	21227,75	23909,73
VI	Mulai	13947,38	15932,32	16594,80	18260,83	21227,75	23909,73
	Selesai	14831,45	16366,28	16738,75	18626,51	21894,10	24480,71

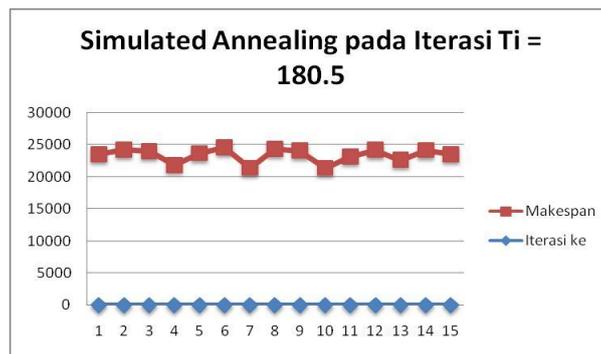
Pada algoritma Simulated Annealing, sekumpulan parameter harus didefinisikan terlebih dahulu diawal proses, Pendefinisian parameter-parameter ini disebut cooling schedule, yang melibatkan:

1. Nilai awal untuk parameter kontrol atau temperatur awal (T_i), Untuk penelitian ini nilai T_i ditentukan sebesar $200\text{ }^{\circ}\text{C}$,
2. Fungsi/faktor penurunan nilai parameter kontrol (s), Nilai ini menentukan seberapa cepat parameter kontrol mengalami penurunan, Nilai yang digunakan dalam penelitian ini ialah $F = 0,95$
3. Jumlah iterasi dalam tiap nilai parameter kontrol (L), Untuk penelitian ini nilai L ditentukan sebanyak 15 kali iterasi,

4. Kriteria terminasi untuk menghentikan eksekusi, Kriteria steady state proses pencarian dalam algoritma SA dapat berupa dicapainya suatu jumlah iterasi tertentu di mana selama itu tidak ada solusi baru yang diterima atau dicapainya temperatur akhir yang telah ditetapkan sebelumnya, Dalam penelitian ini temperatur akhir yang digunakan adalah $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$, Kriteria steady state yang pertama terjadi apabila tidak terdapat iterasi yang menghasilkan solusi baru yang diterima, walaupun temperatur belum mencapai temperatur akhir yang ditetapkan ($0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$), maka iterasi dihentikan, Kondisi kedua terjadi apabila terdapat iterasi yang menghasilkan solusi baru yang diterima dan temperatur mencapai $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$, maka dengan demikian iterasi akan dihentikan.

Pada temperatur $T = 180,5$ tidak ada solusi yang diterima, Kondisi ini disebut steady state, dan iterasi dihentikan karena solusi umum telah didapat, Sehingga yang menjadi solusi sekarang adalah $T = 180,5$ yaitu $S = 21317,95$ menit, Gambar 4. menunjukkan grafik simulated annealing pada setiap iterasi suhu $180,5$.

Pengujian distribusi dilakukan untuk mendapatkan hipotesis apakah nilai *makespan* yang dihitung akan menghasilkan grafik *uniform* dengan menggunakan uji *Chi-Square*, Nilai *makespan* yang dipakai dalam pengujian distribusi adalah nilai iterasi pada $T_i = 180,5$.

Gambar 4. Grafik *Simulated Annealing*

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. XYZ dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jadwal yang diperoleh dengan menggunakan Metode Simulated Annealing adalah job 3-1-4-6
2. Metode penjadwalan produksi yang memberikan hasil yang optimum adalah Algoritma Simulated Annealing dengan Total makespan sebesar 20091,71 menit 334,99 jam = 13,95 \approx 14 hari sedangkan makespan yang didapat dari metode penjadwalan aktual yang diterapkan di PT. XYZ dengan aturan First Come First Serve sebesar 24480,71 menit = 408,01 jam = 17 hari.
3. Nilai Efficiency Index (EI) sebesar 1,21 menunjukkan bahwa penjadwalan dengan Algoritma Simulated Annealing.
4. Nilai Beda Relatif (RE) menunjukkan bahwa penghematan makespan yang diperoleh antara Algoritma Simulated Annealing dengan metode perusahaan adalah 21,79 %

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. 2016. Penjadwalan Mesin.
- [2] Sinulingga, Sukaria. 2016. Metode Penelitian.
- [3] Sतालaksana, Iftikar Z. 1979. Teknik Tata Cara Kerja. Bandung : Jurusan Teknik Institut Teknologi Bandung.
- [4] Hutahaean, Sarah. 2014. Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing di PT. Guna Kemas Indah.
- [5] Siregar, Anggiat. 2009. Analisa Perbandingan Kinerja Antara Algoritma Heuristic pour dan Algoritma Nawaz