



PAPER – OPEN ACCESS

## Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Makespan dengan Implementasi Algoritma Simulated Annealing

Author : Bezaleel Gabriel Saragih dan Rosnani Ginting  
DOI : 10.32734/ee.v2i3.752  
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 untuk Meminimasi *Makespan* dengan Implementasi Algoritma *Simulated Annealing*

Bezaleel Gabriel Saragih<sup>1</sup>, Rosnani Ginting<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jl. Bahagia, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

<sup>2</sup>Kampus USU, Jl. Almamater, Padang Bulan, Kota Medan 20155, Indonesia

<sup>1</sup> bezaleelgabriel03@gmail.com, rosnani\_usu@yahoo.co.id

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan di PT. yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan, dengan produk tetapnya adalah formulir, blok formulir, kop surat, dan kartu box yang dipesan oleh dinas-dinas yang berada di wilayah pemerintahan Provinsi Sumatera Utara, namun penelitian ini dilakukan pada produk blok formulir dan kop surat, karena produk ini memiliki jumlah pemesanan yang lebih banyak dibandingkan dengan produk lainnya. Tujuan dilakukan penelitian adalah untuk mendapatkan suatu model penjadwalan yang mampu memberikan nilai makespan yang minimum dengan menggunakan metode Algoritma Tabu Search. Pada Algoritma Tabu Search termasuk jenis metode heuristik yang memiliki potensi besar untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi, dimana jumlah iterasi sebanyak 30 kali. Dari hasil penelitian, makespan yang dihasilkan pada jadwal perusahaan dan Algoritma Tabu Search untuk produk blok formulir masing-masing adalah 3256,780 menit, 2828,540 menit. Sedangkan untuk produk kop surat, makespan yang dihasilkan masing-masing adalah 1437,510 menit, 1283,400 menit. Dapat disimpulkan bahwa Algoritma Tabu Search efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimalisasi.

Kata kunci: Penjadwalan Produksi, *Makespan*, Algoritma Tabu Search

## Abstract

*This research was conducted at PT.XYZ which is a company engaged in printing, with fixed products are forms, form blocks, letterheads, and box cards ordered by agencies in the Sumatra provincial government North, but this research was carried out on form block and letterhead products, because this product has a higher number of orders compared with other products. The purpose of the research is to get a scheduling model that is able to give the value of the makespan minimum using the Tabu Search Algorithm method. In Algorithms Tabu Search is a type of heuristic method that has great potential for solve optimization problems, where the number of iterations is 30*

*time. From the results of the study, makespan produced on the company's schedule and the Tabu Search Algorithm for each form's block product is 3256,780 minutes, 2828,540 minutes. Whereas for letterhead products, makespan each produced was 1437,510 minutes, 1283,400 minutes. Could it was concluded that the Tabu Search algorithm is effective in completing optimization problem.*

Keywords: Production Scheduling, *Makespan*, Tabu Search Algorithm

## 1. Pendahuluan

Perkembangan yang sangat cepat dalam bidang industri seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mengakibatkan munculnya persaingan antara perusahaan yang satu dengan yang lainnya. Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan tersebut harus berusaha untuk mempertahankan atau menambah jumlah konsumennya. Salah satu usahanya adalah dengan meningkatkan volume produksi dan menyelesaikan pesanan sesuai dengan waktu yang telah disepakati.

Perusahaan PT.XYZ yang ingin bersaing juga harus memperhatikan proses produksi agar berjalan optimal. Sebelum melakukan proses produksi, perusahaan tersebut sebaiknya membuat penjadwalan. Penjadwalan yang

dibuat tersebut seringkali mengalami perubahan yang menyebabkan terjadinya ketidakstabilan produksi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal perusahaan antara lain kerusakan pada mesin dan peralatan, sedangkan faktor eksternal antara lain keterlambatan pada pengiriman bahan baku, perubahan permintaan konsumen dan penyebab-penyebab tidak teknis lainnya yang menyebabkan terjadinya ketidakstabilan produksi.

Dalam suatu industri, perencanaan produksi memegang peranan penting dalam membuat penjadwalan produksi terutama dalam pengaturan operasi atau penugasan kerja yang harus dilakukan. Jika pengaturan dan perencanaan yang dilakukan kurang tepat maka akan dapat mengakibatkan stasiun kerja dalam lintasan produksi mempunyai kecepatan produksi yang berbeda. Hal ini juga terlihat pada lintasan produksi tidak efisien karena terjadi penumpukan material di antara stasiun kerja yang tidak berimbang kecepatan produksinya.

Semakin besar fleksibilitas dalam dalam mengkombinasikan beberapa tugas, maka semakin tinggi pula tingkat keseimbangan tingkat keseimbangan yang dapat dicapai, hal ini akan membuat aliran yang mulus dengan membuat utilisasi tenaga kerja dan perakitan yang tinggi (Nasution, 1999:137). Adanya kombinasi penugasan kerja terhadap operator atau grup operator yang menempati stasiun kerja tertentu juga merupakan awal masalah keseimbangan lintasan produksi, sebab penugasan elemen kerja yang berbeda akan menimbulkan perbedaan dalam jumlah waktu yang tidak produktif dan variasi jumlah pekerjaan yang dibutuhkan untuk menghasilkan keluaran produksi tertentu dalam lintasan tersebut. Keuntungan keseimbangan lintasan adalah pembagian tugas secara merata sehingga kemacetan bisa dihindari dan penjadwalan produksi terutama dalam pengaturan operasi atau penugasan kerja yang dilakukan lebih optimal. (Setiawan, 2000).

Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi atau mutu standar yang telah ditetapkan, peran dari operasi mesin juga sangat berpengaruh. Agar mesin selalu beroperasi dengan baik, diperlukan sistem manajemen perawatan yang baik. Namun, hal ini merupakan salah satu sasaran mutu yang belum dicapai perusahaan sehingga produktivitas produksi menjadi semakin rendah. Saat ini, yang menjadi kendala dalam produksi yang sering terjadi di perusahaan adalah tidak berjalannya kegiatan produksi di lantai produksi akibat adanya kerusakan mesin produksi.

Kerusakan yang terjadi pada mesin-mesin produksi mengakibatkan dampak buruk bagi perusahaan dimana jadwal produksi dan kegiatan produksi perusahaan menjadi tertunda. Keterlambatan produksi ini mengakibatkan tingkat produktivitas produksi menjadi rendah. Selain itu, kerusakan atau kegagalan yang terjadi mengakibatkan rendahnya kemampuan atau utilitas mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Ketika terjadi kerusakan, pihak perusahaan hanya mengganti komponen yang rusak tanpa memperhatikan keandalannya. Selain itu, pihak perusahaan juga belum memiliki prosedur perawatan yang jelas.

PT.XYZ menerima pesanan dalam periode tiga bulan sekali. Saat pesanan datang, perusahaan selalu menyetujui transaksi tanpa meninjau terlebih dahulu sumber daya yang tersedia. Perusahaan juga mengerjakan pesanan dengan hanya mempertimbangkan kebijakan dari pimpinan produksi tanpa berdasarkan analisis dan penjadwalan persediaan. Cara ini dapat menimbulkan kegagalan perusahaan dalam memenuhi pesanan sesuai dengan batas waktu, di samping kemungkinan harus mengadakan kerja lembur (*overtime*) pada saat pekerjaan menumpuk. Masalah tersebut perlu diatasi karena dapat menyebabkan pemborosan bagi perusahaan, di samping menurunnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan

Penjadwalan produksi dilakukan dengan menggunakan metode heuristik. Salah satu metode heuristik yang digunakan yaitu Algoritma *Tabu Search*, di mana metode ini memiliki potensi yang besar untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi secara global. Penelitian sejenis dilakukan oleh Betrianis dan Putu Teguh Aryawan, menggunakan algoritma *Tabu Search* pada paket pesanan dan memperoleh *makespan* sebesar 74 jam (3 hari), lebih singkat daripada *makespan* perusahaan sebesar 107,1 jam (5 hari). Dalam penelitian ini akan digunakan algoritma *Tabu Search* agar diperoleh *makespan* yang lebih singkat dibandingkan dengan jadwal yang disusun oleh perusahaan.

## 2. Metodologi Penelitian

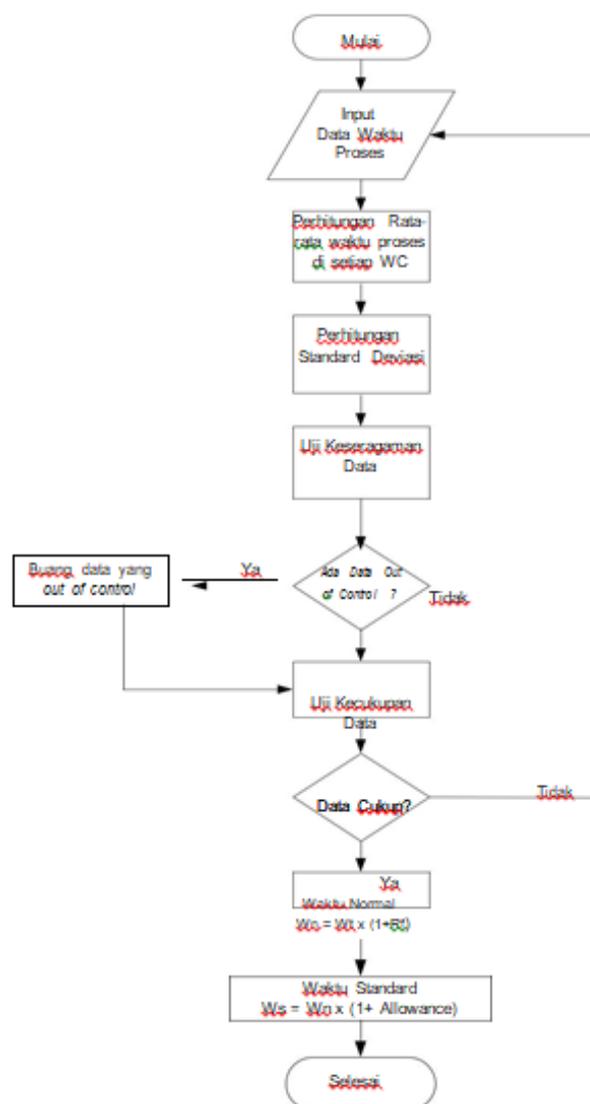
Jenis rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian *groundedresearch*. Hal ini dikarenakan penelitian ini didasarkan kepada fakta-fakta dan menggunakan analisis perbandingan yang bertujuan untuk menggeneralisasi empiris, menetapkan konsep, membuktikan atau mengembangkan teori. Jenis penelitian ini dilakukan dengan membandingkan suatu gejala dengan gejala serupa yang ditemukan dalam waktu dan tempat yang berbeda-beda dan menganalisis seberapa jauh gejala-gejala tersebut dapat digeneralisasi menjadi sebuah teori atau dikembangkan relatif

terhadap teori yang sudah ada.

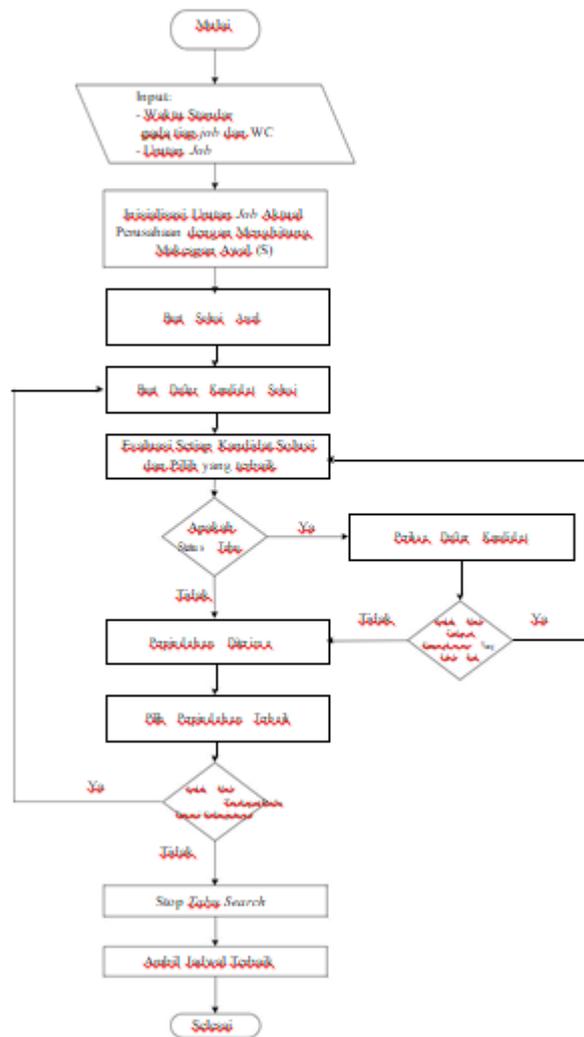
Variabel independen dalam penelitian ini merupakan variabel yang menjadi variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Jumlah stasiun kerja serta proses yang dilalui dalam pembuatan ban.
2. Waktu proses pengerjaan pembuatan ban pada tiap stasiun kerja.
3. Kondisi lingkungan kerja pada setiap stasiun kerja.
4. Kemampuan operator yang bekerja pada setiap stasiun kerja.

Penelitian dilakukan dengan menyelesaikan permasalahan secara manual yaitu membuat penjadwalan produksi untuk meminimalkan *makespan* dengan menggunakan tipe produk, kapasitas mesin dan total waktu proses. *Flowchart* pengukuran waktu dan langkah-langkah *Algoritma Tabu Search* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. *Flowchart* Pengukuran Waktu



Gambar 3. Flowchart Algoritma Tabu Search

### 3. Hasil dan Pembahasan

Data *order* terdiri dari jenis dan jumlah *order*, *due date* masing-masing *order*. Pengambilan data *order* dilakukan untuk periode 1 bulan, yaitu *order* yang dikerjakan selama bulan Desember 2011 untuk produk yang dipesan oleh Dinas Pendapatan Provinsi Sumatera Utara dengan *due date*-nya adalah 2 minggu untuk kedua produk. Data *order* pada produk blok formulir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Order* pada Produk Blok Formulir

| Kode  | Type Produk         | Jumlah Order (Blok) | Spesifikasi    |
|-------|---------------------|---------------------|----------------|
| Job 1 | Bend 17 PKB         | 200                 | 25 set × 9 lbr |
| Job 2 | Bend 17 BBN-KB      | 140                 | 25 set × 9 lbr |
| Job 3 | Bend 26 BBN-KB      | 140                 | 50 set × 5 lbr |
| Job 4 | Bend 26 PKB         | 200                 | 50 set × 5 lbr |
| Job 5 | Bend 17 Denda Pajak | 250                 | 25 set × 9 lbr |
| Job 6 | Bend 26 Denda Pajak | 250                 | 50 set × 5 lbr |

Data *order* pada produk kop surat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Order* pada Produk Kop Surat

| Kode  | Tipe Produk                 | Jumlah Order (Lembar) |
|-------|-----------------------------|-----------------------|
| Job 1 | Kop Surat UPT Medan Selatan | 20.000                |
| Job 2 | Kop Surat UPT Pangurutan    | 10.000                |
| Job 3 | Kop Surat UPT Gunung Tua    | 10.000                |
| Job 4 | Kop Surat UPT Kota Pinang   | 15.000                |
| Job 5 | Kop Surat UPT Dolok Sanggul | 10.000                |
| Job 6 | Kop Surat UPT Balige        | 20.000                |
| Job 7 | Kop Surat UPT Kabanjahe     | 10.000                |

Perhitungan nilai *Utilitas* pada produk Blok Formulir adalah sebagai berikut:

Nilai utilitas di atas menunjukkan bahwa pemanfaatan mesin yang diperoleh dengan menerapkan Algoritma *Tabu Search* pada pengerjaan blok formulir lebih besar 0,672% daripada pemanfaatan mesin oleh perusahaan sebelum menggunakan metode *Tabu Search*.

Tabel 3. Perhitungan *Makespan* pada Urutan *Job* Terbaik

| Job | Keterangan | Work Center |          |          |          |          |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
|     |            | I           | II       | III      | IV       | V        |
| 1   | Mulai      | 0           | 24,320   | 357,920  | 735,120  | 1037,120 |
|     | Selesai    | 24,320      | 357,920  | 735,120  | 1037,120 | 1151,720 |
| 2   | Mulai      | 24,320      | 357,920  | 735,120  | 1037,120 | 1275,120 |
|     | Selesai    | 48,021      | 725,920  | 998,380  | 1275,120 | 1355,760 |
| 3   | Mulai      | 48,021      | 725,920  | 998,380  | 1293,280 | 1529,880 |
|     | Selesai    | 72,297      | 990,120  | 1293,280 | 1529,880 | 1611,780 |
| 6   | Mulai      | 72,297      | 990,120  | 1430,120 | 1942,620 | 2370,120 |
|     | Selesai    | 96,504      | 1430,120 | 1942,620 | 2370,120 | 2517,370 |
| 5   | Mulai      | 96,504      | 1430,120 | 1942,620 | 2404,870 | 2834,870 |
|     | Selesai    | 120,205     | 1814,120 | 2404,870 | 2834,870 | 2979,370 |
| 4   | Mulai      | 120,205     | 1814,120 | 2404,870 | 2834,870 | 3166,870 |
|     | Selesai    | 144,584     | 2182,120 | 2818,870 | 3166,870 | 3283,270 |

Tabel 4. Perbandingan *Utilitas* Algoritma *Tabu Search* dengan Aktual Perusahaan pada Blok Formulir

| Work Center | Waktu Proses (menit) | Total Waktu Proses Aktual (menit) | Total Waktu Proses Usulan (menit) | Utilitas Aktual (%) | Utilitas Usulan (%) |
|-------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| I           | 144,586              | 3256,780                          | 2828,540                          | 4,440               | 5,112               |
| II          | 2.025,930            |                                   |                                   | 62,207              | 71,625              |
| III         | 2.324,110            |                                   |                                   | 71,362              | 82,166              |
| IV          | 1.966,100            |                                   |                                   | 60,369              | 69,509              |
| V           | 685,290              |                                   |                                   | 21,042              | 24,228              |

Perhitungan nilai *Utilitas* pada produk Kop surat adalah sebagai berikut:

Nilai utilitas di atas menunjukkan bahwa pemanfaatan mesin yang diperoleh dengan menerapkan Algoritma *Tabu Search* pada pengerjaan kop surat lebih besar 1,412% daripada pemanfaatan mesin oleh perusahaan sebelum menggunakan metode *Tabu Search*.

Tabel 5. Perbandingan Utilitas Algoritma *Tabu Search* dengan Aktual Perusahaan pada Kop Surat

| <i>Work Center</i> | <b>Waktu Proses (menit)</b> | <b>Total Waktu Proses Aktual (menit)</b> | <b>Total Waktu Proses Usulan (menit)</b> | <b>Utilitas Aktual (%)</b> | <b>Utilitas Usulan (%)</b> |
|--------------------|-----------------------------|--|--|----------------------------|----------------------------|
| I                  | 169,020                     |  |  | 11,758                     | 13,170                     |
| II                 | 773,400                     | 1437,510                                 | 1283,400                                 | 53,801                     | 60,262                     |
| III                | 833,900                     |  |  | 58,010                     | 64,976                     |
| IV                 | 1086,900                    |  |  | 75,610                     | 84,689                     |

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil survey pasar yang sudah dilakukan maka alat pencabut ubi dengan ukuran panjang 100 cm, tinggi 50 cm, 50 cm sangat baik digunakan oleh para petani singkong pada saat panen. Dimana alat ini dapat mengurangi kelelahan dan rasa sakit para petani karena alat pencabut ini selain digunakan untuk mencabut singkong juga dapat digunakan sebagai wadah pengangkutan sehingga para petani tidak bolak balik mengangkut singkong pada saat panen dari lokasi panen ke tempat pengumpulan singkong. Alat ini juga membantu meningkatkan produktifitas petani singkong saat panen.

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian di PT.XYZ adalah:

1. Pada produk blok formulir, penjadwalan dengan algoritma *tabu search* menghasilkan urutan *job* 1 – 2 – 3 – 6 – 5 – 4 pada iterasi ke – 25 dengan total *makespan* sebesar 2828,540 menit.
2. Nilai *Efficiency Index* dan nilai *Relative Error* pada produk blok formulir masing-masing adalah 1,151 dan 15,14 %.
3. Selisih *makespan* pada produk blok formulir yang dihasilkan antara algoritma *tabu search* dengan metode *first come first served* masing-masing sebesar 428,24 menit, hal ini menunjukkan bahwa Algoritma *tabu search* lebih efektif daripada *makespan* yang dihasilkan perusahaan.
4. Pada produk kop surat, penjadwalan dengan algoritma *tabu search* menghasilkan urutan *job* 2 – 3 – 7 – 4 – 5 – 6 – 1 pada iterasi ke – 23 dengan total *makespan* sebesar 1283,400 menit.
5. Nilai *Efficiency Index* dan nilai *Relative Error* pada produk kop surat masing- masing adalah 1,12 dan 12 %.
6. Selisih *makespan* pada produk kop surat yang dihasilkan antara algoritma *tabu search* dengan metode *first come first served* masing-masing sebesar 154,11 menit, hal ini menunjukkan bahwa Algoritma *tabu search* lebih efektif daripada *makespan* yang dihasilkan perusahaan.
7. Peningkatan utilitas produk blok formulir pada setiap work center adalah 0,672 % ; 9,418%; 10,804%; 9,140%; 3,186%.
8. Peningkatan utilitas produk kop surat pada setiap work center adalah 1,412 %; 6,460%; 6,966%; 9,079%.
9. Nilai *makespan* serta utilitas mesin tidak mengalami perubahan yang signifikan karena saat penjadwalan usulan diterapkan, penyelesaian terhadap masalah *line balancing*, pengaturan persediaan bahan baku, serta sistem perawatan mesin belum dilakukan.
10. Peningkatan utilitas produk blok formulir pada setiap work center adalah 0,672 % ; 9,418%; 10,804%; 9,140%; 3,186%.
11. Peningkatan utilitas produk kop surat pada setiap work center adalah 1,412 %; 6,460%; 6,966%; 9,079%.
12. Nilai *makespan* serta utilitas mesin tidak mengalami perubahan yang signifikan karena saat penjadwalan usulan diterapkan, penyelesaian terhadap masalah *line balancing*, pengaturan persediaan bahan baku, serta sistem

perawatan mesin belum dilakukan.

Saran yang dapat diambil pada penelitian di PT.XYZ adalah:

1. PT.XYZ sebaiknya melakukan penjadwalan pada mesin, agar produk dapat selesai tepat pada waktunya untuk memenuhi permintaan konsumen sehingga produktivitas meningkat, selain itu dapat mengurangi jumlah mesin yang menganggur.
2. PT.XYZ sebaiknya dapat mengurangi *allowance* (kelonggaran) pada setiap stasiun kerja agar pengerjaan *job* dapat diselesaikan dengan cepat dan dapat memenuhi *due date* yang telah disepakati.
3. PT.XYZ sebaiknya melakukan pelatihan (*training*) untuk mensosialisasikan penjadwalan produksi menggunakan Algoritma *Tabu*

## Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. 2016. *Penjadwalan Mesin*.
- [2] Nasution, Arman Hakim. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Candimas Metropole, 1999.
- [3] Puspitasari, Bunga. *Penggunaan Tabu Search Dalam Penjadwalan Kuliah Dan Ujian Di Perguruan Tinggi (Studi Kasus Sekolah Tinggi Manajemen Bandung)*. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 2008.
- [4] Sinulingga, Sukaria. 2016. *Metode Penelitian*.
- [5] Sofyan Natalia, Meifani, dan I Gede Agus W. *Minimasi Waktu Pengerjaan Produk Melanie Sleigh Changing Table Melalui Pendekatan Simulasi Dan Tabu Search*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, 2007.
- [6] Sitalaksana, Iftikar Z, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, 1979.