



PAPER – OPEN ACCESS

## Penerapan Algoritma Branch and Bound dalam Menyelesaikan Penjadwalan Flowshop

Author : Ingrid Felicia Mutiara, dan Miranda Azalia  
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1801  
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



# Penerapan Algoritma *Branch and Bound* dalam Menyelesaikan Penjadwalan *Flowshop*

Inggrid Felicia Mutiara, Miranda Azalia

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

inggridfmhutarat@gmail.com, mirandaazalia2@gmail.com

## Abstrak

Penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya atau mesin untuk menyelesaikan serangkaian tugas dalam batas waktu yang ditentukan. Tugas-tugas tersebut, yang juga dikenal sebagai job, merupakan operasi yang dilakukan dalam proses produksi. Penjadwalan dilakukan dengan tujuan meminimalkan biaya total dan menyelesaikan pesanan tepat waktu. Selain itu, penjadwalan juga bertujuan untuk mengurangi persediaan barang setengah jadi dan menghindari pekerjaan yang tidak efisien, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan kapasitas pabrik. Keputusan penjadwalan melibatkan pengurutan pekerjaan, penentuan waktu mulai dan selesai, serta urutan proses. Kesalahan dalam menentukan prioritas pekerjaan dapat menyebabkan waktu produksi yang tinggi. PT. X mengalami masalah keterlambatan penyelesaian pesanan yang menyebabkan ketidakmampuan memenuhi permintaan konsumen. Metode yang digunakan perusahaan saat ini adalah *First Come First Serve* (FCFS) dalam menjadwalkan job. Job dikerjakan berdasarkan urutan kedatangan, yaitu job 1 - job 2 - job 3 - job 4 dengan total makespan 200 jam. Oleh karena itu, dilakukan penjadwalan menggunakan Algoritma *Branch and Bound* untuk meminimalkan makespan. Metode *Branch and Bound* adalah pendekatan yang memberikan solusi terbaik berdasarkan kriteria tertentu dengan tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan metode heuristik lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa penjadwalan dengan Algoritma *Branch and Bound* menghasilkan makespan terpendek.

**Kata Kunci:** Penjadwalan *Flowshop*; Algoritma *Branch and Bound*; Makespan

## Abstract

Resources or machines that are allocated in the implementation of a set of tasks within a certain period of time is called scheduling. Scheduling involves working on a number of components which are often called Jobs. Job is a basic element that can be called an activity or operation. The goal of scheduling is to complete orders on time and minimize total costs. In addition, scheduling also aims to reduce inventories of semi-finished goods or reduce a number of other work tasks and assist in making decisions regarding planning factory capacity and the type of capacity needed so that excessive additional costs can be avoided. Decision-making in scheduling includes sequencing, start and finish times (timing), and the sequence of processes of a job (routing). A high total production time value will arise as a result of using the wrong job priority order. The problems that occurred at PT. Cakra Compact Aluminum Industries is still experiencing delays in completing orders to meet consumer demand. The company has been using the *First Come First Serve* (FCFS) method in scheduling every incoming job. The sequence of jobs carried out based on the job that arrives first is job 1 - job 2 - job 3 - job 4 with a total makespan of 200 hours. Then do the scheduling with the *Branch and Bound* Algorithm to minimize makespan time. The *Branch and Bound* method is an approach that provides the best solution to a problem in terms of certain criteria and has a lower error rate compared to other heuristic methods. It is found that scheduling with *Branch and Bound* algorithm produces the shortest makespan, namely 177.66 hours with job order 1-4-3-2.

**Keywords:** *Flowshop* Scheduling; *Branch and Bound* Algorithm; Makespan

## 1. Pendahuluan

Serangkaian proses yang dilakukan untuk memperoleh barang atau jasa disebut proses produksi. Dalam proses produksi terdiri dari berbagai kegiatan antara lain rencana proses produksi, menentukan kualitas, dan menjadwalkan kegiatan produksi dan olah limbah [1]. Penjadwalan adalah koordinasi atau pengaturan waktu dalam kegiatan produksi sebagai bagian dari sistem produksi. Tujuan dari penjadwalan adalah menghasilkan output sesuai dengan yang diinginkan dan dalam batas waktu yang telah ditentukan dengan cara mengorganisir dan menentukan waktu penggunaan sumber daya yang ada. Menurut Thomas E. Morton dan David W. Pentico (2001), penjadwalan juga merupakan proses perencanaan dan pengendalian produksi yang strategis. Dengan melakukan penjadwalan yang efektif, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan menghasilkan produk dengan efisien serta memenuhi target waktu yang ditetapkan [2]. Dilibatkan pemrosesan beberapa komponen dalam penjadwalan yang disebut *job*, dimana *job* dapat didefinisikan sebagai suatu proses operasi dalam rantai produksi. Sumber daya yang dialokasikan antara lain adalah mesin, waktu tunggu, dan transportasi [3]. Alur produksi mengacu pada urutan dan rangkaian mesin yang terlibat selama proses produksi berlangsung [4]. Keuntungan atau hasil yang optimal adalah hal utama yang ingin dicapai dengan dilakukannya proses produksi [5].

Menurut Bedworth (2002), penjadwalan memiliki dua tujuan utama, yaitu mencapai output maksimal dan waktu penyelesaian minimal (*due date*) [6]. Minimasi *makespan* menjadi kriteria umum yang digunakan dalam penjadwalan. *Makespan* dapat didefinisikan sebagai waktu keseluruhan yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *job*.

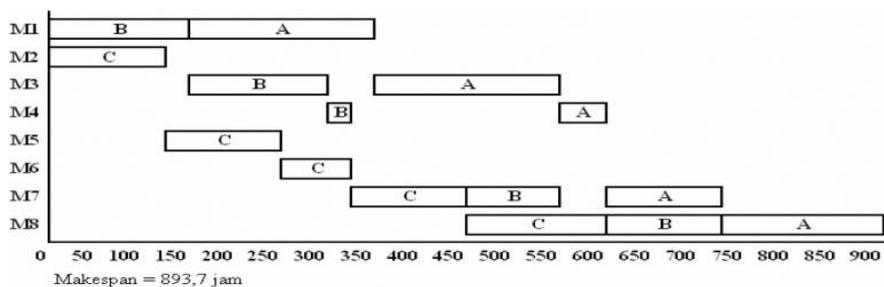
Strategi respon produksi yang diterapkan oleh perusahaan manufaktur akan berbeda dalam hal menangani permintaan konsumen, hal ini bergantung pada waktu dan jumlah permintaan yang dibutuhkan, salah satu strategi yang diterapkan adalah MTO (*make to order*). Strategi MTO adalah strategi dimana perusahaan baru membuat pesanan setelah menerima order dari konsumen. (Nasution dan Prasetyawan, 2008) [7].

Tujuan dari penjadwalan manufaktur adalah untuk mencapai efisiensi, produktivitas, dan kinerja yang optimal dalam proses produksi. Beberapa tujuan utama dari penjadwalan manufaktur adalah:

- Maksimalkan penggunaan sumber daya: Penjadwalan manufaktur bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti mesin, peralatan, tenaga kerja, dan bahan baku. Dengan menjadwalkan produksi secara efisien, waktu dan kapasitas sumber daya dapat dimanfaatkan secara maksimal, mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas.
- Meminimalkan waktu produksi: Penjadwalan manufaktur bertujuan untuk mengurangi waktu yang diperlukan dalam proses produksi. Dengan menjadwalkan tugas dan operasi secara efisien, waktu siklus produksi dapat dikurangi, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan throughput.
- Memenuhi tenggat waktu (*due date*) yang ditentukan: Penjadwalan manufaktur bertujuan untuk memastikan bahwa produk selesai tepat waktu sesuai dengan tenggat waktu yang ditetapkan. Hal ini penting untuk menjaga kepuasan pelanggan, menghindari keterlambatan pengiriman, dan mempertahankan reputasi perusahaan.
- Mengurangi biaya produksi: Penjadwalan manufaktur bertujuan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan. Dengan menjadwalkan produksi secara efisien, pemborosan waktu, biaya penyimpanan, dan biaya produksi yang tidak perlu dapat dikurangi. Selain itu, penjadwalan yang baik juga dapat membantu dalam pengaturan persediaan yang optimal, menghindari kelebihan stok, dan mengurangi biaya pergudangan.
- Meningkatkan fleksibilitas produksi: Penjadwalan manufaktur juga bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas produksi. Dengan memiliki jadwal yang baik, perusahaan dapat dengan mudah menyesuaikan dan merespons perubahan permintaan, pesanan mendadak, atau kebutuhan khusus pelanggan. Fleksibilitas produksi yang tinggi memungkinkan perusahaan untuk memaksimalkan peluang bisnis dan menghadapi tantangan pasar dengan lebih baik.

Secara keseluruhan, tujuan dari penjadwalan manufaktur adalah untuk mencapai efisiensi, produktivitas, dan kinerja yang optimal dalam proses produksi, sehingga perusahaan dapat mencapai keunggulan kompetitif, memenuhi kebutuhan pelanggan, dan mencapai tujuan bisnis yang ditetapkan. [8]

Model-model penjadwalan dalam sistem produksi dapat diklasifikasikan berdasarkan tiga aspek utama. Pertama, pola aliran proses mengacu pada cara job-job mengalir dalam sistem produksi. Ada dua jenis pola yang umum digunakan, yaitu penjadwalan *flowshop* di mana job-job mengikuti aliran yang sama, dan penjadwalan *jobshop* di mana setiap job memiliki aliran yang berbeda tanpa urutan tetap. Kedua, pola kedatangan job berkaitan dengan waktu kedatangan job dalam sistem produksi. Ketiga, karakteristik informasi yang digunakan dalam penjadwalan juga mempengaruhi klasifikasi model penjadwalan. Penjadwalan deterministik menggunakan informasi yang cenderung pasti dan dapat diprediksi dengan akurasi. Di sisi lain, penjadwalan stokastik menggunakan informasi yang tidak pasti dan mengandung ketidakpastian. Dengan memahami klasifikasi ini, pengelompokan model penjadwalan dapat membantu pemilihan pendekatan yang tepat dalam mengatur proses penjadwalan dalam sistem produksi. *Gantt chart* merupakan diagram yang membantu perencanaan dalam penjadwalan sumber daya dan pengalokasian waktu. Penjadwalan operasi yang bersifat repetitif dapat menggunakan *gantt chart* sebagai teknik non-matematis.



Gambar 1. Gantt Chart Penjadwalan Produksi

FCFS (*First Come First Served*) merupakan metode dimana pesanan yang datang terlebih dahulu diutamakan untuk diproses [9]. Perusahaan dengan konsumen yang sangat mementingkan prioritas waktu pelayanan relatif cocok menggunakan metode ini.

Metode Branch and Bound merupakan pendekatan yang efektif untuk menyelesaikan masalah kombinasi dengan strategi pengurangan jumlah perhitungan. Metode ini berfokus pada dua prosedur utama, yaitu branching (percabangan) dan bounding (pembatasan). Dalam prosedur branching, masalah kombinasi kompleks dibagi menjadi submasalah yang lebih kecil dan lebih sederhana. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengklasifikasikan atau memecahkan masalah yang kompleks menjadi submasalah yang lebih mudah dipecahkan. Dengan cara ini, kompleksitas perhitungan dapat dikurangi secara signifikan. Selanjutnya, dalam prosedur bounding, batasan diterapkan pada submasalah untuk membatasi ruang pencarian solusi yang memungkinkan. Hal ini membantu menghilangkan solusi yang tidak memenuhi kriteria atau tidak relevan, sehingga fokus dapat diberikan pada solusi yang berpotensi optimal. Dengan kombinasi dari langkah branching dan bounding, metode Branch and Bound memberikan pendekatan sistematis dan efisien dalam menyelesaikan masalah kombinasi yang kompleks. Sementara itu, bounding merupakan proses pencarian batas bawah yang bertujuan untuk menemukan solusi optimal dari setiap submasalah yang dihasilkan dari proses branching. Dengan menetapkan batas bawah, metode Branch and Bound dapat membatasi ruang pencarian solusi dan fokus pada solusi yang berpotensi menjadi solusi optimal.

Dengan menggunakan metode Branch and Bound dan prosedur branching serta bounding, masalah kombinasi yang kompleks dapat dipecahkan secara efisien dengan membaginya menjadi submasalah yang lebih kecil, dan mencari solusi optimal dengan membatasi ruang pencarian. [10]. Jadi, keefektifan algoritma branch and bound sangat bergantung pada batas bawah [11].

Prosedur percabangan menggantikan masalah asli dengan serangkaian masalah baru yaitu:

- a. Submasalah yang saling eksklusif dan lengkap dari aslinya
- b. Versi asli yang terpecahkan sebagian
- c. Masalah yang lebih kecil dari aslinya [12]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimasi makespan dengan metode Branch and Bound dan mengetahui urutan pekerjaan yang tepat, mengetahui performansi dari metode Branch and Bound dengan menggunakan parameter efficiency index dan relative error, dan memberikan usulan perbaikan yang mungkin diterapkan oleh perusahaan. Berikut merupakan data waktu proses keseluruhan dari setiap mesin yang harus disusun untuk meminimasi makespan.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian kuantitatif yang diaplikasikan menerapkan metode penelitian berbasis filsafat positivisme. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk menginvestigasi populasi tertentu dengan menggunakan instrumen pengumpulan data dan analisis kuantitatif. Pendekatan positivisme memandang realitas, gejala, dan fenomena sebagai sesuatu yang tetap, konkret, dapat diamati, dan dapat diukur. Lokasi penelitian ini dilakukan di PT. X

Dalam studi ini, terdapat dua jenis kategori data yang diperlukan, yaitu data utama dan data sekunder. Data utama mencakup informasi mengenai waktu pengerjaan produk oleh unit-unit produksi yang berada di sepanjang jalur produksi di PT. X. Data ini diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap proses produksi. Sementara itu, data sekunder mencakup informasi tentang latar belakang perusahaan, usia mesin, jumlah mesin, kapasitas mesin, dan target produksi harian. Data ini dapat diperoleh dari sumber seperti catatan perusahaan, dokumen resmi, dan laporan terkait. Melalui pengumpulan dan analisis data tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses produksi di PT. X dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pengerjaan produk. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor ini, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja produksi perusahaan. Dengan menerapkan metode Branch and Bound, penelitian ini bertujuan untuk mencapai penjadwalan yang optimal dengan mengurangi waktu makespan. Dengan menggunakan unsur-unsur ini, metode Branch and Bound dapat digunakan untuk menjadwalkan pekerjaan dengan lebih efisien dan menghasilkan solusi optimal dalam proses perencanaan. Proses penjadwalan dengan metode Branch and Bound melibatkan langkah-langkah sebagai berikut.:

Melakukan pendaftaran job secara keseluruhan agar dapat dibuat dan juga waktu penyelesaian semua mesin.

Dihitung process time untuk menyelesaikan job terdaftar.

$$TIME M_j (J_r) = \sum_{i=1}^{J_r} t_{ij} \tag{1}$$

Dihitung lower bound dari semua job dan urutan job.

$$LB (J_r) = \max \begin{cases} TIME M1 (J_r) + \sum_{J_r} t_{i1} + \min(t_{i2} + t_{i3}) \\ TIME M2 (J_r) + \sum_{J_r} t_{i2} + \min(t_{i3}) \\ TIME M3 (J_r) + \sum_{J_r} t_{i3} \end{cases} \tag{2}$$

Dilakukan percabangan dari urutan job yang ditentukan sesuai urutan lower bound terendah

Dilakukan perhitungan waktu *finishing job* [15].

Block Diagram olah data dengan teknik *Branch and Bound*.



Gambar 1. Blok Diagram Pengolahan Data dengan Metode *Branch and Bound*

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Data Target Produksi

Data target produksi per hari dari setiap produk dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Target Produksi / Hari

Proses/ Jenis	Unit / day
A	160
B	240
C	200
D	160

3.2. Data Waktu Siklus

Stopwatch digunakan untuk membantu proses pengamatan waktu kerja pada masing-masing proses produksi setiap produk. Data waktu proses diperoleh dari pengamatan waktu secara langsung. Dilakukan pengukuran waktu sebanyak sepuluh kali untuk masing-masing produk di setiap stasiun kerja. Digunakan asumsi *performance* rating rata-rata dari operator adalah sebesar 0,15.

Tabel 2. Process time for Work Station

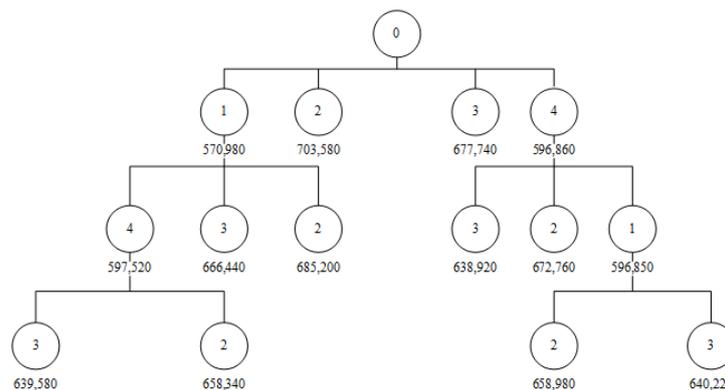
Work Station		Jenis Galvalum			
		A	B	C	D
Uncoiler	Waktu rata-rata	206,2	199,9	213	208,9
	Waktu normal	235,068	227,886	242,82	238,146
	Waktu baku	270,328	262,068	279,243	273,867
Setting	Waktu rata-rata	318,4	321,1	307,4	317,4
	Waktu normal	372,528	375,687	359,658	371,358
	Waktu baku	428,407	432,040	413,606	427,061
Branding	Waktu rata-rata	80	90,9	81,8	82,2
	Waktu normal	91,2	103,626	93,252	93,708
	Waktu baku	104,88	119,169	107,239	107,764
Profilling	Waktu rata-rata	199,6	306,6	420,8	305,9
	Waktu normal	237,524	364,854	500,752	364,021
	Waktu baku	273,152	419,582	575,864	418,624
Cutting	Waktu rata-rata	69,9	77	73,4	81,3
	Waktu normal	81,783	90,09	85,878	95,121
	Waktu baku	94,0504	103,603	98,759	109,389
Packing	Waktu rata-rata	303,1	306	414,1	429,4
	Waktu normal	363,72	367,2	496,92	515,28
	Waktu baku	418,278	422,28	571,458	592,572

3.3. Penjadwalan dengan Algoritma Branch and Bound

Menurut Manggenre dkk. (2013), langkah-langkah penjadwalan metode *Branch and Bound* adalah:

Metode penjadwalan *Branch and Bound* melibatkan beberapa langkah yang perlu diikuti. Langkah pertama adalah menentukan langkah pencabangan (*branching*), di mana dilakukan pencabangan berdasarkan job yang akan dijadwalkan untuk menentukan node atau bagian yang akan mengalami pencabangan selanjutnya dengan nilai maksimum di antara *node-node* yang ada. Langkah kedua melibatkan penentuan iterasi dan *partial sequence*, di mana jumlah iterasi maksimal ditentukan sesuai dengan jumlah job yang akan dijadwalkan, dan *partial sequence* digunakan sebagai acuan dalam perhitungan menggunakan algoritma *Branch and Bound*. Selanjutnya, langkah ketiga melibatkan penentuan batas bawah yang bertujuan untuk menentukan job yang akan dijadwalkan terakhir, sehingga hasil yang diperoleh dapat dioptimalkan. Terakhir, langkah keempat adalah penentuan B Max, yang merupakan nilai maksimum dari batas bawah pada setiap *partial sequence*, yang membantu dalam menentukan solusi optimal untuk penjadwalan. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, metode *Branch and Bound* dapat memberikan solusi terbaik dalam penjadwalan dengan meminimalkan waktu penyelesaian yang dibutuhkan.

Melalui langkah-langkah tersebut, metode *Branch and Bound* dapat memberikan solusi terbaik dalam penjadwalan dengan meminimalkan makespan atau waktu penyelesaian yang dibutuhkan.

Gambar 2. Urutan Penjadwalan dengan Algoritma *Branch and Bound*

Dilakukan perhitungan waktu penyelesaian *job*, dari percabangan diatas dapat diketahui urutan *job* dengan nilai makespan terendah. Rincian nilai *makespan* dari setiap alternatif urutan *job* dapat dilihat pada tabel berikut. Berdasarkan perhitungan *lower bound*, ditemukan urutan *job* yang optimal untuk mencapai makespan terendah adalah A, D, C, B, dengan nilai *makespan* sebesar 639.580 detik atau setara dengan 177,66 jam. Metode yang telah digunakan oleh perusahaan selama ini adalah *First Come First Serve* (FCFS), di mana urutan *job* dikerjakan berdasarkan urutan kedatangan pertama, yaitu *job* 1 - *job* 2 - *job* 3 - *job* 4, dengan total *makespan* sebesar 200 jam.

#### 4. Kesimpulan

Perbandingan antara algoritma *branch and bound* dan metode FCFS dengan menggunakan parameter *efficiency index* menghasilkan nilai 1,12 yang menunjukkan algoritma *branch and bound* lebih baik daripada metode FCFS dan relative error sebesar 11,17% yang berarti penurunan *makespan* dengan algoritma *branch and bound* sebesar 11,17%. Ketidakakuratan pemilihan metode penjadwalan dengan metode FCFS menyebabkan masalah yang dialami oleh perusahaan. Maka perusahaan dapat menerapkan metode *Branch and Bound* untuk meminimasi *makespan* pada perusahaan.

#### Referensi

- [1] Kurniawati, Dwi Agustina dan Abdul Latief Irsyad. 2018. "Penjadwalan Flow Shop N Job M Mesin dengan Metode First Come First Served (FCFS), Earliest Due Date (EDD) dan Algoritma Heuristik Pour". Spektrum Industri. 16(1): 41.
- [2] Kusmindari, Desi Ch., Achmad Alfian, Septa Hardini. (2019). "Production Planning and Inventory Control". Medan: Deepublish.
- [3] Utama, Dana Marsetiya. 2018. "Algoritma LPT-Branch and Bound pada Penjadwalan Flexible Flowshop untuk Meminimasi Makespan". Productivity, Optimization, and Manufacturing System. 2(1): 20.
- [4] Muhammad, Marie dan Elis Ratna Wulan. 2017. "Penjadwalan Optimal Tipe Produksi Flowshop Dua Tahap Menggunakan Metode Branch And Bound dengan Memperhatikan Waktu Transportasi". Jurnal Kubik. 2(1): 1-2
- [5] Masruroh, Nisa. "Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith, Palmer, dan Dannenbring di Pt. Loka Refraktor Surabaya". 161-162.
- [6] Mail, Abdul, dkk. 2018. "Analisis Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith dan Palmer pada PT. Bobi Agung Indonesia". Journal of Industrial Engineering Management. 8(2): 42.
- [7] Nuriza, Muhammad Irsyad, Teguh Oktiarso. (2020). "Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma Dannenbring dan Branch and Bound pada Produksi Atap Galvalum Di PT NS Bluescope Lysaght Indonesia". Journal of Integrated System. 3(2): 149
- [8] Kusumawati, Tiara Indah, dkk. (2016). "Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Produksi pada CV Aneka Karya Makmur". JSIKA. 6(5): 3-4
- [9] Inpranata, Yosafat Anditya, dkk. 2018. "Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Produksi Berdasarkan Metode Terbaik pada PT. Karunia Hosana". JSIKA. 7(2): 2.
- [10] Maulidya, Rahmi, dkk. (2014). "Penjadwalan Job Untuk Meminimasi Makespan Menggunakan Metode Job Splitting dan Metode Branch and Bound". Jurnal Teknik Industri. 86-88.
- [11] Zegordi, Seyed Hessameddin. 2018. "A Branch and Bound Algorithm for Solving Large-Scale Single-Machine Scheduling Problems with Non-Identical Release Dates". European J. Industrial Engineering. 12(1): 28.
- [12] Baker, Kenneth R dan Dan Trietsch. 2019. "Principles of Sequencing and Scheduling". Second Edition. USA: John Wiley & Sons, Inc. 52.
- [13] Sinulingga, Sukaria. (2020). "Metode Penelitian". Medan: USU Press. 39.
- [14] Lesmana, Nunung Indra. 2016. "Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Waktu Produksi Dengan Menggunakan Metode Branch And Bound". Jurnal Teknik Industri. 17(1): 43.
- [15] Nuriza, Muhammad Irsyad dan Teguh Oktiarso. 2020. "Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma Dannenbring dan Branch and Bound pada Produksi Atap Galvalum Di PT NS Bluescope Lysaght Indonesia". 151.