

Penjadwalan Produksi Vulkanisir Ban Menggunakan Metode *Branch and Bound* Dan *Campbell Dudeck Smith* Di CV. Nuansa Baru

Nindya Oktarina K.S^{1*}, Ellysa Nursanti², Thomas Priyasmanu³

1 Program Studi Teknik Industri, Program Studi Teknik Industri S-1, Institut Teknologi Nasional Malang

2 Program Studi Teknik Industri, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang

3 Program Studi Teknik Industri Program Studi Teknik Industri S-1, Institut Teknologi Nasional Malang

*E-Mail : nindyaok2710@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini perkembangan dunia bisnis semakin pesat dengan persaingan yang semakin lama semakin berat, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan pada sistem proses produksi yang efektif dan efisien di perusahaan. CV. Nuansa Baru merupakan salah satu perusahaan ban yang bergerak di bidang vulkanisir ban. Perusahaan ini belum memiliki ketentuan penjadwalan yang baik dan benar dimana penjadwalan proses produksi yang digunakan masih secara manual, dan pengurutan *job* hanya berdasarkan intuitif. Setiap jenis ban yang akan divulkanisir memiliki komponen penyusunan dan waktu proses operasi yang berbeda-beda. Adanya perbedaan waktu proses produksi tersebut, yang mengharuskan perusahaan untuk mampu menyusun jadwal produksi agar waktu penyelesaian semua pekerjaan (*Makespan*) yang dihasilkan minimal. Hal ini menyebabkan pembebanan (*Loading*) yang tidak seimbang. Sehingga menimbulkan banyak waktu yang terbuang untuk menunggu proses yang selanjutnya dan menyebabkan meningkatnya *makespan* proses produksi. Penjadwalan produksi untuk menghitung nilai *makespan* dengan menggunakan dua (2) metode antara lain *Branch and Bound*, dan *Campbell Dudeck Smith*. Dari hasil pengolahan data didapatkan nilai *makespan* pada penjadwalan produksi di CV. Nuansa Baru sebesar 832 menit atau sama dengan 13 jam,52 menit dengan urutan pengerjaan *job job 1 – job 2*. Dari perhitungan yang telah disampaikan didapatkan penjadwalan produksi dengan nilai *makespan* terkecil didapatkan menggunakan metode *Campbell Dudeck Smith* sebesar 432 menit atau sama dengan 7 jam, 12 menit. Perhitungan selisih antara metode perusahaan dengan metode usulan sebesar 400 menit atau sama dengan 6 jam,40 menit dan persentase sebesar 48,07 %.

Kata Kunci : *Makespan, Branch and Bound, dan Campbell Dudeck Smith*

Pendahuluan

CV. Nuansa Baru, merupakan bisnis dagang yang bergerak dalam bidang vulkanisir ban masak panas. Perusahaan ini didirikan pada tanggal 2 Februari 2001 oleh Bapak Handoyo selaku pemilik sekaligus pimpinan CV. Nuansa Baru. Perusahaan ini mengelola ban-ban bekas dengan cara mengganti lapisan ban luar dengan lapisan ban baru melalui beberapa tahap. CV. Nuansa Baru berlokasi di Jl. Indokilo Selatan 7A Polaman, Lawang, Malang, Jawa Timur. CV. Nuansa Baru memperkejakan 40 orang karyawan dengan keahlian masing-masing. CV. Nuansa Baru melakukan kegiatan

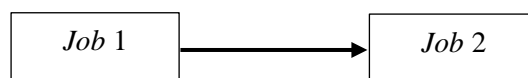
proses produksi berdasarkan intuitif, dimana proses yang memiliki tingkat kesulitan paling tinggi akan dikerjakan terlebih dahulu.

Sehingga, CV. Nuansa Baru memiliki pembebanan (*Loading*) yang tidak seimbang dan menimbulkan banyak waktu yang terbuang untuk menunggu proses yang selanjutnya. Hal ini menyebabkan meningkatnya *makespan* proses produksi. Banyaknya pesanan dari konsumen mengakibatkan sering terjadi penumpukan pesanan dan permasalahan seperti keterlambatan penyelesaian pesanan. Data permintaan dan produksi dapat dilihat pada Tabel 1.1

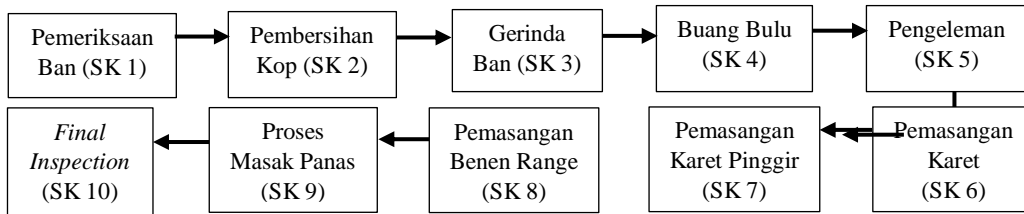
Tabel 1.1 Data Permintaan dan Produksi Produk Vulkanisir Ban CV. Nuansa Baru

No	Bulan	Permintaan (Unit)		Produksi (Unit)		Selisih (Unit)		Kendala Produksi	
		Truk	Bus	Truk	Bus	Truk	Bus	Truk	Bus
1	Okt '18	120	115	110	119	- 10	+ 4	Kekurangan	Kelebihan
2	Nov '18	115	110	109	117	- 6	+ 7	Kekurangan	Kelebihan
3	Des '18	110	115	118	110	+ 8	- 5	Kelebihan	Kekurangan
4	Jan '19	115	120	110	111	- 5	- 9	Kekurangan	Kekurangan

Sumber : Hasil Observasi Yang Dilakukan Di CV. Nuansa Baru



Gambar 1.1 Urutan Pengerjaan Produk (*Job*)



Gambar 1.2 Aliran Proses Produksi Produk Yang Diteliti

Tabel 1.2 Waktu Proses Produksi Vulkanisir Ban CV. Nuansa Baru

No	Nama Stasiun Kerja Proses Produksi	Waktu Produksi (menit)
1	Stasiun Kerja Penerimaan dan Pemeriksaan Ban	15
2	Stasiun Kerja Pembersihan Kop	37
3	Stasiun Kerja Gerinda Ban	20
4	Stasiun Kerja Buang Bulu	35
5	Stasiun Kerja Pengeleman	24
6	Stasiun Kerja Pemasangan Karet	30
7	Stasiun Kerja Pemasangan Karet Pinggir	47
8	Stasiun Kerja Pemasangan Benen Range	26
9	Stasiun Kerja Proses Masak Panas	180
10	Final Inspection	10
Jumlah		424

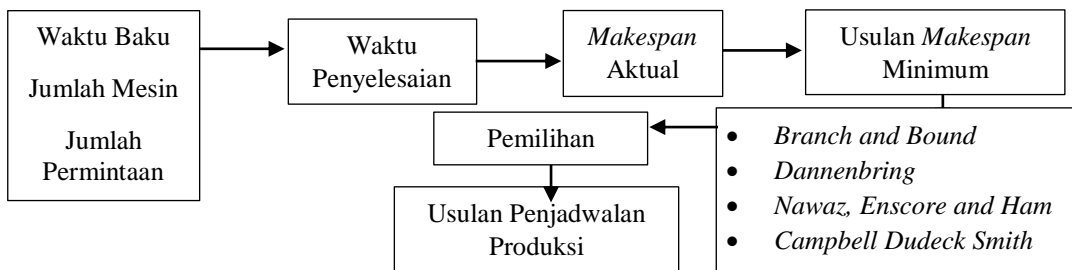
Beberapa penelitian terdahulu [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], terbukti bahwa beberapa metode mampu menghasilkan *makespan* yang lebih kecil. Dalam

penelitian ini peneliti mencoba membandingkan beberapa metode tersebut guna untuk menghemat *makespan* dan biaya produksi.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua (2) metode yang akan digunakan untuk membantu pengolahan data, yaitu penjadwalan produksi dan pengukuran waktu kerja dengan menggunakan metode *Branch and Bound*, dan *Campbell Dudeck Smith*. Pada dasarnya penjadwalan

produksi sangat membantu perusahaan untuk menyelesaikan masalah penumpukan pesanan dari konsumen dan keterlambatan produksi. Dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.3 Kerangka Berpikir Penelitian

Definisi Penjadwalan

Penjadwalan dapat diartikan sebagai kegiatan yang digunakan untuk menentukan kapan dan dimana operasi tersebut dapat dilakukan dengan jangka waktu yang telah ditetapkan, dengan memperhatikan sumber daya yang ada.

Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah pengukuran aktifitas yang dilakukan untuk menentukan waktu dan mencatat waktu kerja bagi seorang pekerja guna menyelesaikan pekerjaan tertentu dengan menggunakan alat ukur yang sesuai. Waktu yang diukur adalah waktu

yang dibutuhkan oleh operator guna untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari mulai bahan baku sampai produk jadi.

Uji Keseragaman Data

Dalam penelitian ini mungkin terdapat data yang tidak seragam, sehingga peneliti melakukan uji keseragaman data. Data bisa dikatakan seragam apabila rata-rata data tersebut berada diantara batas kontrol dan jika masih ada data yang melewati batas kontrol maka data tersebut dibilang tidak seragam.

- Batas Kendali Atas (BKA) pada persamaan 1.1 adalah :

$$BKA = \bar{x} + 2 S_{\bar{x}} \quad (1.1)$$

b) Batas Kendali Bawah (BKB) pada persamaan 1.2 adalah :

$$BKB = \bar{x} - 2 S_{\bar{x}} \quad (1.2)$$

Dimana :

$S_{\bar{x}}$ = Standar deviasi dari harga rata-rata

\bar{x} = Harga rata-rata

Uji Kecukupan Data

Dalam penelitian ini mungkin terdapat data yang tidak cukup atau lebih, sehingga peneliti melakukan uji kecukupan data. Data bisa dikatakan cukup apabila jumlah data pengamatan (N) lebih besar dari pada jumlah data secara teori (N').

Jumlah data secara teori (N') pada persamaan 1.3:

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right)^2 \quad (1.3)$$

Dimana :

x_i = harga rata-rata pengamatan pada sub grup ke-i

K = banyak sub grup

n = banyaknya data tiap sub grup

N = banyaknya data

Metode Branch and Bound

Daniel and Robert (1997), menemukan solusi dalam menentukan penjadwalan berdasarkan *makespan* yang mempunyai setidaknya tiga mesin dalam proses produksinya yang terbilang sulit. Metode ini dapat meminimumkan waktu proses produksi, serta menghindari waktu mesin menganggur. Penjadwalan setiap *job* dilakukan sesuai perhitungan pada setiap batas bawah *makespan* nilai terkecil dari iterasi pertama.

Maka :

a) Rumus untuk waktu pemrosesan yang dibutuhkan pada mesin 1 ($M1$) pada persamaan 1.4 adalah :

$$M1 = \sum t_{j1} \quad (1.4)$$

b) Dengan rumus satu batas bawah *makespan* mesin (dinotasikan dengan " b_1 ") pada persamaan 1.5 yaitu :

$$b_1 = q_1 + \sum_{j \in T'} t_{j2} + \min_{j \in T'} \{t_{j2} + t_{j3}\}$$

c) Pada mesin 2, dihasilkan batas bawah kedua (dinotasikan dengan " b_2 ") pada persamaan 1.6 yaitu :

$$b_2 = q_2 + \sum_{j \in T'} t_{j3} + \min_{j \in T'} \{t_{j3}\}$$

d) Pemrosesan pada mesin 3 (dinotasikan dengan " b_3 ") pada persamaan 1.7 yaitu :

$$b_3 = q_1 + \sum_{j \in T'} t_{j3}$$

e) Berikutnya ditentukan batas bawah dengan nilai paling maksimum (dinotasikan dengan " B ") pada persamaan 1.8 yaitu :

$$B = \max \{b_1, b_2, b_3\}$$

Dimana :

m = jumlah mesin

j = mesin yang digunakan untuk memproses *job* 1

t_{ij} = waktu proses pada saat *job* ke-i dan mesin ke-j

Metode Campbell Dudeck Smith

Penjadwalan dengan metode Campbell Dudeck Smith merupakan metode yang menentukan urutan pengerjaan produk berdasarkan waktu proses penyelesaian yang terkecil hingga terbesar.

Dengan menggunakan persamaan :

$$t_{B,i,j} = \frac{W_{B,i,j} \times Q_i}{M_j \times C_{i,j}} ; i, j = 1, 2, 3$$

Dimana :

$W_{B,i,j}$: waktu proses *job* i

Q_i : jumlah permintaan sekali order pada *job* i

M_j : jumlah mesin di stasiun kerja j

$C_{i,j}$: kapasitas produksi permesin j

Hasil Dan Pembahasan

Uji Keseragaman Data

Hasil perhitungan dari uji keseragaman data dapat dilihat pada Tabel 1.3 untuk ban truk dan Tabel 1.4 untuk ban bus.

Tabel 1.3 Uji Keseragaman Data Ban Truk

Stasiun Kerja	Uji Keseragaman Data				
	\bar{X}	$S_{\bar{x}}$	BKA	BKB	Keterangan
Pemeriksaan Ban	17	11,6	40,34	0	Dalam Kendali
Pembersihan Kop	36,5	25,5	88	0	Dalam Kendali
Gerinda Ban	23,4	16,3	55,6	0	Dalam Kendali
Buang Bulu	34,5	23,9	82,8	0	Dalam Kendali
Pengeleman	24	16,7	57,5	0	Dalam Kendali
Pemasangan Karet	33,5	24,4	82,82	0	Dalam Kendali
Pemasangan Karet Pinggir	46	32,1	110,2	0	Dalam Kendali
Pemasangan Benen Range	24,4	17	58	0	Dalam Kendali
Proses Masak Panas	181,5	127,02	435,5	0	Dalam Kendali
Final Inspection	14,8	10,2	35,4	0	Dalam Kendali
Kesimpulan					Seragam

Tabel 1.4 Uji Keseragaman Data Ban Bus

Stasiun Kerja	Uji Keseragaman Data				
	\bar{X}	$S_{\bar{x}}$	BKA	BKB	Keterangan
Pemeriksaan Ban	11,8	8,1	28,32	0	Dalam Kendali
Pembersihan Kop	31,5	22,1	75,06	0	Dalam Kendali
Gerinda Ban	18,5	12,9	44,82	0	Dalam Kendali
Buang Bulu	29,4	20,5	70,04	0	Dalam Kendali
Pengeleman	19	13,2	45,5	0	Dalam Kendali
Pemasangan Karet	28,5	19,9	68,82	0	Dalam Kendali
Pemasangan Karet Pinggir	41	28,6	98,36	0	Dalam Kendali
Pemasangan Benen Range	19,5	13,5	47,18	0	Dalam Kendali
Proses Masak Panas	181,3	126,84	434,9	0	Dalam Kendali
<i>Final Inspection</i>	9,9	6,7	23,34	0	Dalam Kendali
Kesimpulan					Seragam

Uji Kecukupan Data

Hasil perhitungan dari uji kecukupan data dapat dilihat pada Tabel 1.5 untuk ban truk dan Tabel 1.6 untuk ban bus.

Tabel 1.5 Uji Kecukupan Data Ban Truk

Stasiun Kerja	Uji Kecukupan Data		
	N	N'	Keterangan
Pemeriksaan Ban	8	6	Cukup
Pembersihan Kop	8	6	Cukup
Gerinda Ban	8	6	Cukup
Buang Bulu	8	6	Cukup
Pengeleman	8	6	Cukup
Pemasangan Karet	8	6	Cukup
Pemasangan Karet Pinggir	8	6	Cukup
Pemasangan Benen Range	8	6	Cukup
Proses Masak Panas	8	6	Cukup
<i>Final Inspection</i>	8	6	Cukup

Tabel 1.6 Uji Kecukupan Data Ban Bus

Stasiun Kerja	Uji Kecukupan Data		
	N	N'	Keterangan
Pemeriksaan Ban	8	6	Cukup
Pembersihan Kop	8	6	Cukup
Gerinda Ban	8	6	Cukup
Buang Bulu	8	6	Cukup
Pengeleman	8	6	Cukup
Pemasangan Karet	8	6	Cukup
Pemasangan Karet Pinggir	8	6	Cukup
Pemasangan Benen Range	8	6	Cukup
Proses Masak Panas	8	6	Cukup
<i>Final Inspection</i>	8	6	Cukup

Metode Aktual Perusahaan

CV. Nuansa Baru menggunakan metode Make To Order (MTO) untuk menjadwalkan setiap *job* yang datang dalam pemenuhan kebutuhan konsumen. Berdasarkan data yang diperoleh pada bulan Oktober

2018 urutan pemesanan produk yang datang adalah *job* 1 – *job* 2. Berdasarkan urutan *job* tersebut diperoleh nilai *makespan* perusahaan dengan metode MTO sebesar 832 menit atau sama dengan 13 jam,52 menit. Data dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Urutan Penjadwalan Metode MTO CV. Nuansa Baru

Stasiun Kerja	Waktu Proses (menit)		
	<i>Job</i> 1	<i>Job</i> 2	Total Waktu
Pemeriksaan Ban	15	15	30
Pembersihan Kop	37	33	70
Gerinda Ban	20	20	40
Buang Bulu	35	31	66
Pengeleman	24	23	47
Pemasangan Karet	30	32	62
Pemasangan Karet Pinggir	47	38	85

Pemasangan Benen Range	26	24	50
Proses Masak Panas	180	181	361
Final Inspection	10	11	21
Total Waktu	424	408	832

Metode Branch and Bound

Penjadwalan dengan metode Branch And Bound merupakan metode dapat digunakan untuk membagi setiap pekerjaan pada mesin dengan kapasitas sama. Metode ini dapat meminimumkan waktu proses produksi. Penjadwalan setiap *job* dilakukan sesuai

perhitungan pada setiap batas bawah *makespan* nilai terkecil dari iterasi pertama. Dimana diperoleh waktu penyelesaian *job 2 – job 1* dengan nilai *makespan* sebesar 587 menit atau sama dengan 9 jam,47 menit. Data dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Hasil Perjadwalan Metode Branch And Bound

Stasiun Kerja	Waktu Proses (menit)	
	Job 1	Job 2
Pemeriksaan Ban	423	439
Pembersihan Kop	445	457
Gerinda Ban	432	440
Buang Bulu	447	451
Pengeleman	440	439
Pemasangan Karet	447	447
Pemasangan Karet Pinggir	462	455
Pemasangan Benen Range	450	432
Proses Masak Panas	606	587
Final Inspection	435	418
B	606	587

Metode Campbell Dudeck Smith

Penjadwalan dengan metode Campbell Dudeck Smith merupakan metode yang menentukan urutan pengerjaan produk berdasarkan waktu proses penyelesaian yang terkecil hingga terbesar. Dimana diperoleh waktu penyelesaian *job* berupa *job 2 –*

job 1 pada iterasi $k = 3$ sampai dengan iterasi $k = 9$. Menghasilkan nilai *makespan* sebesar 432 menit atau sama dengan 7 jam,12 menit. Data dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Nilai Makespan Untuk Masing-Masing Iterasi

Iterasi (k)	Urutan Job	Makespan (menit)
1	1 – 2	450
2	1 – 2	450
3	2 – 1	432
4	2 – 1	432
5	2 – 1	432
6	2 – 1	432
7	2 – 1	432
8	2 – 1	432
9	2 – 1	432

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan perbandingan antara metode aktual perusahaan dengan metode Branch And Bound, dan Campbell Dudeck Smith

diperoleh performansi penjadwalan dengan kriteria *makespan* dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Nilai Makespan Penjadwalan Job

Metode Penjadwalan	Urutan Job	Nilai Makespan	
		menit	jam, menit
Make To Order	1 – 2	832	13, 52
Branch And Bound	2 – 1	587	9, 47
Campbell Dudeck Smith	2 – 1	432	7, 12

Berdasarkan penjadwalan dari kedua metode penjadwalan usulan yang telah disampaikan diperoleh

metode Campbell Dudeck Smith memberikan urutan penjadwalan yang optimal yaitu *job 2 – job 1* dengan

nilai *makespan* sebesar 432 menit atau sama dengan 7 jam,12 menit.

Apabila dibandingkan dengan metode perusahaan menggunakan urutan *job 1 – job 2* dengan nilai *makespan* sebesar 832 menit atau sama dengan 13 jam,52 menit. Sehingga metode penjadwalan usulan dengan metode *Campbell Dudeck Smith* diterima. Didapatkan penghematan *makespan* sebesar 400 menit atau sama dengan 6 jam,40 menit. Perhitungan selisih antara strategi di perusahaan dengan metode *Campbell Dudeck Smith*.

Selisih = Strategi di perusahaan - Campbell Dudeck Smith

$$= 832 \text{ menit} - 432 \text{ menit}$$

$$= 400 \text{ menit} = 6 \text{ jam},40 \text{ menit}$$

$$\text{Persentase} = \frac{400}{832} \times 100 \% = 48,07 \%$$

Kesimpulan

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisis data maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut : Penjadwalan *job* yang diperoleh dengan menggunakan metode *Campbell Dudeck Smith* adalah *job 2 – job 1*, diperoleh nilai *makespan* sebesar 432 menit atau sama dengan 7 jam,12 menit. Metode *Campbell Dudeck Smith* merupakan metode yang optimal karena metode ini memenuhi setiap kriteria yang telah ditetapkan yaitu, memiliki nilai *makespan* paling minimum. Selisih antara strategi diperusahaan dengan menggunakan metode *Campbell Dudeck Smith* sebesar 400 menit atau sama dengan 6 jam 40 menit dengan *persentase* 48,07 %.

Daftar Pustaka

- [1] Davoudpour, H. and Karimi, N. 2015. A Branch and Bound Method for Solving Multi-Factory Scheduling With Batch Delivery. Amirkabir University of Technology. Iran. *International Journal Of Engineering and Technology*. Vol. 3. No. 1.
- [2] Eka, Prasetya, N. 2017. Penjadwalan Produksi *Flowshop* Dengan Menggunakan Metode *Dannenbring* Untuk Minimasi Biaya Energi. *Jurnal Teknik Industri*. Universitas Muhammadiyah. Malang.
- [3] Febianti, E, Irman, A, dan Zikry. 2017. Penjadwalan Produksi *Flowshop* Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudeck Smith*, *Nawaz Ensore and Ham* dan *Heuristic Pour*. *International Journal*. Universitas Sulatan Ageng Tirtayasa. Banten. Vol. 1. No. 1.
- [4] Hasbullah, Kholil, M. Albayhaki. and Riyadi, S. 2015. Scheduling Production of Beef Using the CDS and Palmer Heuristic Method. *International Journal of Industrial Engineering*. University of Mercu Buana. Jakarta Barat. Vol. 1 No. 2.
- [5] Hendy Tannady. 2015. Modifikasi Mekanisme Penentuan Penjadwalan *Job* Pada Metode *Dannenbring*. *Jurnal Teknik Industri*. Universitas Bunda Mulia. Jakarta Utara. Vol. 1. No. 1.
- [6] Immanuel, W. 2017. Scheduling Production the Weaving Department Using the CDS Method. *International Journal*. University of Atma Jaya Yogyakarta. Vol. 3. No. 1.
- [7] Isnaini, W., Sudiarmo, A. 2015. Optimasi Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Dannenbring*. Universitas PGRI. Madiun. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 1. No. 1.
- [8] Kumar, N. Verma, S. Rohilla, S. and Agarwal, A, K. 2018. Flowshop Scheduling Production In Medium Scale Industry. *International Journal Of Engineering and Technology*. Manav Rachna University. India. Vol. 4. No. 1.
- [9] Lesmana, N, I. 2016. Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Waktu Produksi Dengan Menggunakan Metode *Branch And Bound*. Universitas Muhammadiyah. Malang. *Jurnal Ternik Industri*. Vol. 17. No. 1.
- [10] Mail, A, Nusran, M, Chairani, N, Nur, T, dan Faturrahman, R. 2018. Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudeck Smith* dan *Palmer*. *International Journal Of Industrial Engineering*. Universitas Muslim Indonesia. Makassar. Vol. 3. No. 2.
- [11] Mazda, C, N. 2018. Penjadwalan Produksi *Flowshop* Menggunakan Metode *Branch and Bound* dan *Mawaz, Ensore and Ham (NEH)* Pada Pembuatan Tas Kulit. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. *International Journal*. Vol. 1. No. 1.
- [12] Mohammadi, G. 2015. Multi-Objective *Flowshop* Production Scheduling Robust Genetic Algorithms Optimization Technique. *International Journal Of Service Science, Management and Engineering*. Qom University Of Technology. Iran. Vol. 2. No. 1. Page. 1-8
- [13] Muhammad Khasanal. 2015. Penjadwalan Produksi *FlowShop* Untuk Meminimalkan *Makespan* Dengan Metode *Dannenbring*. Yogyakarta. *Jurnal Teknik Industri*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- [14] Nugraheni, C, E., Abednego, L. 2016. On the Development Based Framework for Scheduling Problem in Textile Industry. *International Journal of Modeling and Optimization*. Parahyangan Catholic University. Bandung. Vol. 1. No. 1.
- [15] Ristika, D. 2011. Scheduling Production *Jobshop* Using the *Branch and Bound* Method to Minimize *Makespan*. Telkom Institute of Technology. Bandung. *International Journal of Industrial Engineering*.
- [16] Rizki Romadhon, E. 2017. Penjadwalan *Flowshop* Dengan Menggunakan Metode *Campbell Dudeck Smith*, *Nawaz Ensore and Ham* dan *Heuristic Pour* Untuk Minimasi *Tardiness*. Universitas Muhammadiyah. Malang. *Jurnal Teknik Industri*.
- [17] Saiful Manggenre. 2014. Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Branch And Bound*. Universitas Hasanuddin. Makassar. *Jurnal Teknik Industri*.
- [18] Talapatra, S. 2014. Application of *Branch and Bound* Algorithm for Solving *Flowshop* Scheduling Problem Comparing it With *Tabu Search* Algorithm. Khulna

University of Engineering and Technology.
Bangladesh. *International Journal Of Engineering*.
Bangladesh. Vol. 2. No. 2.

- [19] Yohanes, A. 2015. Scheduling Production in Line B Using the Campbell Dudeck Smith Method. Stikubank University. Semarang. *International Journal Of Engineering*. Vol. 2. No. 1.
- [20] Yon Handika. 2016. Analisis Efektifitas Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Gupta Dan Dannenbring. Universitas Sumatera Utara. Medan. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 1. No. 1.