

Optimasi Penjadwalan Produksi Sanjai Menggunakan Algoritma *Campbell Dudek Smith*

Lusi Febrina Sari¹, Helma²

^{1,2} Program Studi Matematika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan dan Alam, Universitas Negeri Padang (UNP)

Article Info

Article history:

Received October 17, 2023

Revised October 26, 2023

Accepted December 20, 2023

Keywords:

Campbell Dudek Smith
Production Scheduling
Optimization

Kata Kunci:

Campbell Dudek Smith
Penjadwalan Produksi
Optimasi

ABSTRACT

Scheduling is an important component in planning that deals with time management for all activities required in the process of making goods or services. Production scheduling is a tool used to determine the time period used in each working day during the production process. Through the use of the Campbell Dudek Smith algorithm, this research aims to obtain satisfactory production result, namely achieving the minimum total work time so as to solve the problem of product delivery delays at the Kerupuk Sanjai Nitta business. The Campbell Dudek Smith algorithm can determine the best scheduling order by prioritizing jobs with the least production processing time in the production process. This algorithm, which is an extension of Johnson's algorithm, produces k iterations for alternative work schedule sequences. The results show that the best result optimal scheduling is obtained from the fifth iteration with takes a total time of 117,72 hours, so that Sanjai Nitta's business can complete the production process earlier and save 15,42 hours of work time.

ABSTRAK

Penjadwalan merupakan komponen penting dalam perencanaan yang berkaitan dengan manajemen waktu untuk semua kegiatan yang diperlukan dalam proses pembuatan barang atau jasa. Penjadwalan produksi merupakan alat yang digunakan untuk menentukan periode waktu yang digunakan dalam setiap hari kerja selama proses produksi berlangsung. Melalui penggunaan algoritma *Campbell Dudek Smith*, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil produksi yang memuaskan, yaitu mencapai total waktu kerja yang minimum sehingga dapat menyelesaikan masalah keterlambatan pengiriman produk pada Usaha Kerupuk Sanjai Nitta. Algoritma *Campbell Dudek Smith* dapat menentukan urutan penjadwalan yang terbaik dengan cara mendahulukan pekerjaan yang waktu pemrosesan produksinya paling kecil dalam proses produksi. Algoritma ini yang merupakan perluasan dari algoritma *Johnson*, menghasilkan k iterasi untuk alternatif urutan jadwal pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan urutan terbaik penjadwalan diperoleh pada iterasi kelima yang memakan total waktu 117,72 jam, sehingga usaha Sanjai Nitta dapat menyelesaikan proses produksi lebih awal dan menghemat waktu pekerjaan selama 15,42 jam.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Pertama

(Lusi Febrina Sari)

Program Studi Matematika, Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, Indonesia. Kode Pos: 25131

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan yaitu suatu proses yang digunakan untuk melakukan pengurutan pembuatan produk secara keseluruhan di beberapa mesin [1]. Penjadwalan sangat penting untuk kegiatan produksi dan informasi [2]. Secara umum penjadwalan (*scheduling*) merupakan suatu tindakan untuk menentukan prioritas atau mengatur suatu kegiatan agar dapat memenuhi syarat, kendala maupun tujuan [3]. Untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal dari proses produksi, penjadwalan produksi perlu direncanakan dengan baik. Karena itu, diperlukan ide atau pendekatan guna untuk memperoleh suatu penjadwalan yang efektif [4]. Penjadwalan produksi juga membantu memastikan bahwa sumber daya, seperti peralatan, fasilitas, dan pekerja bekerja dengan maksimal dan menggunakan biaya yang minimal [5]. Selain itu, penjadwalan produksi membantu untuk memastikan alur produksi berjalan lancar dan tidak terlambat [6].

Penjadwalan produksi tipe *flowshop* merupakan suatu kegiatan perencanaan dalam penjadwalan produksi dengan n job pada m mesin dalam kegiatan produksi. Dimana proses produksi produk disetiap mesin memiliki urutan tahap yang sama dan pada setiap tahapan terdiri atas 1 buah mesin, dimana disetiap pekerjaan yang dilakukan berisi informasi mengenai jenis produk. Penjadwalan tipe *flowshop* ditandai dengan alur aliran kerja satu arah. Secara umum, tujuan penjadwalan produksi dengan menggunakan strategi tipe *flowshop* adalah untuk menyelesaikan serangkaian tugas (pekerjaan) berdasarkan urutan proses.

Usaha Kerupuk Sanjai Nitta adalah perusahaan yang bergerak di bidang penjualan makanan, lebih tepatnya makanan ringan [7]. Usaha Kerupuk Sanjai Nitta termasuk ke dalam salah satu industri makanan yang cukup besar dan populer di Bukittinggi. Produk yang dihasilkan adalah berupa makanan khas oleh-oleh kota Bukittinggi. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik usaha sanjai saya menemukan bahwa industri ini memiliki kendala dalam proses produksi, yaitu sering terjadi peningkatan jumlah permintaan sehingga membuat perusahaan kewalahan dalam menyelesaikan proses produksi dan perusahaan belum bisa membuat penjadwalan produksi yang optimal dimana jika masalah ini dibiarkan terus menerus akan menyebabkan terjadinya masalah dalam proses pengiriman yaitu produk akan terlambat diterima oleh beberapa konsumen. Masalah ini mengharuskan perusahaan untuk merubah sistem lama ke sistem yang baru sehingga perusahaan mampu memberikan pelayanan yang terbaik ke konsumen [8].

Merujuk ke masalah diatas, maka perusahaan sanjai membutuhkan suatu penjadwalan produksi yang optimal dalam pelaksanaan aktivitas proses produksinya. Metode yang dapat menyelesaikan permasalahan ini adalah algoritma *Campbell Dudek smith*. Algoritma *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah pengembangan lebih lanjut dari algoritma *Johnson* yang digunakan untuk menyelesaikan $m - 1$ jadwal yang mungkin dan memperoleh jadwal yang terbaik untuk digunakan. Algoritma *Johnson* merupakan sebuah aturan yang berfungsi untuk meminimalkan waktu total pekerjaan dari 2 mesin. Algoritma CDS dapat digunakan untuk permasalahan dengan banyak tahapan yang memakai aturan *Johnson*. Proses penjadwalan dengan menggunakan algoritma CDS menggunakan dasar yaitu mendahulukan pekerjaan dengan waktu kerja terkecil dalam proses pengurutan.

Beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan Algoritma *Campbell Dudek Smith* yaitu studi oleh Cahyo [9], Sadat [10], Hendy [11], Dela [12], dan Tengku [13] tentang optimasi penjadwalan produksi. Selain itu Risa juga melakukan studi tentang perbandingan *makespan* dari Algoritma *Campbell Dudek Smith* dengan algoritma *Palmer* pada penjadwalan *flowshop*. Dari penelitian Risa diperoleh bahwa penjadwalan dengan algoritma CDS memiliki hasil yang lebih optimal dari pada penjadwalan dengan algoritma *Palmer* [14]. Pada penelitian ini Algoritma *Campbell Dudek Smith* akan digunakan untuk mencari urutan penjadwalan yang terbaik dari proses



produksi yang didasarkan pada waktu kerja terkecil, sehingga diperoleh urutan penjadwalan yang optimal dengan *makespan* yang minimal.

2. ALGORITMA CAMPBELL DUDEK SMITH

Algoritma *Campbell Dudek Smith* adalah metode yang dikemukakan oleh *Campbell, Dudek and Smith* pada tahun 1965 dan algoritma ini pengembangan lebih lanjut dari algoritma *Johnson*. Algoritma *Johnson* adalah aturan untuk meminimalkan waktu total dari dua mesin. Proses penjadwalan dengan algoritma *Campbell Dudek Smith*, pekerjaan diurutkan dengan berdasarkan kepada waktu kerja terkecil di dalam proses produksi. masalah ini terdapat n pekerjaan dan m mesin yang dioperasikan, aturan *Johnson* digunakan untuk mengubah m mesin diubah ke dalam persoalan dua mesin. Algoritma *Johnson* menetapkan untuk j pekerjaan diproses pada dua mesin dengan $t_{j,1}$ waktu proses produksi di mesin 1 pada pekerjaan ke- j , kemudian $t_{j,2}$ waktu proses produksi di mesin 2 di pekerjaan ke- j [15]. Proses pengurutan n pekerjaan dan m mesin, CDS menetapkan bahwa di urutan awal $t_{j,1}^k = t_{j,1}$ dan $t_{j,2}^k = t_{j,2}$ yaitu waktu proses produksi di mesin 1 dan di mesin terakhir. Akibatnya untuk pengurutan yang kedua ditetapkan sebagai berikut:

$$t_{j,1}^k = t_{j,1} + t_{j,2} \quad (1)$$

$$t_{j,2}^k = t_{j,m} + t_{j,m-1} \quad (2)$$

Dimana persamaan (1) dan persamaan (2) adalah waktu produksi di dua mesin pertama dan dua mesin terakhir yang bekerja. Sehingga diperoleh untuk urutan ke- k :

$$t_{j,1}^k = \sum_{i=1}^k t_{j,1} \quad (3)$$

$$t_{j,2}^k = \sum_{i=m+1-k}^m t_{j,1} \quad (4)$$

Dengan,

j : *job* atau pekerjaan

i : mesin

m : total mesin yang digunakan

k : iterasi ke- 1,2,3,..., ($m - 1$)

Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan dengan algoritma CDS:

- Untuk urutan pertama ambil $k = 1$ lalu untuk keseluruhan pekerjaan cari nilai $t_{j,1}^k$ dan $t_{j,2}^k$ yang minimum pada waktu produksi di mesin pertama dan mesin kedua.
- Jika ditemukan waktu minimum pada mesin pertama, produk ditempatkan di urutan pertama pada deret penjadwalan, namun jika waktu minimum ditemukan di mesin kedua, maka produk diposisikan pada urutan akhir dalam deret penjadwalan.
- Produk-produk dipindahkan dari daftar kemudian susun ke dalam bentuk deret penjadwalan. Waktu total $t_{1,1}$ adalah waktu produksi pekerjaan 1 di mesin 1. Total waktu $t_{1,2}$ adalah $t_{1,1} + t_{1,2}$. Waktu total $t_{2,1}$ adalah $t_{1,1} + t_{2,1}$. Data waktu $t_{2,2}$ adalah maximum $\{t_{1,2}, t_{2,1}\} + t_{2,2}$ seterusnya. Ulangi langkah 1 jika masih terdapat pekerjaan atau produk yang belum diiterasikan, namun apabila tidak ada lagi maka proses menentukan urutan pekerjaan selesai.

Penelitian ini untuk mengoptimasi permasalahan penjadwalan produksi pada usaha kerupuk Sanjai Nitta. Langkah pertama yang dilakukan yaitu melakukan studi pendahuluan dengan melakukan beberapa kunjungan ke Usaha Sanjai Nitta untuk melakukan wawancara dengan pemilik untuk mengetahui permasalahan yang terjadi. Setelah diperoleh permasalahan, dilakukan akumulasi materi dari buku atau jurnal yang berkaitan. Kemudian melakukan pengambilan data pada Usaha Sanjai Nitta. Setelah diperoleh data, lakukan pengolahan data sehingga diperoleh penjadwalan yang optimal.

3. METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian terapan pada usaha kerupuk sanjai Nitta. Tujuan penelitian terapan untuk menyajikan penyelesaian yang efisien untuk masalah saat ini [16]. Data penelitian yang diperlukan untuk menyelesaikan persoalan dalam penelitian adalah berupa data mentah yang diperoleh langsung dari objek penelitian. Peneliti mengumpulkan data penelitian dengan melakukan wawancara langsung dengan pemilik usaha Sanjai ataupun dengan pekerja lainnya. Sehingga data yang diperoleh dari proses wawancara yaitu data waktu produksi pengerjaan seluruh produk. Penelitian ini menggunakan teori algoritma *Campbell Dudek Smith* sebagai metode pengolahan data, yaitu untuk memperoleh jadwal produksi yang optimal dan menghitung waktu total kerja.

Langkah-langkah penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah:

- Dari data yang diperoleh dari objek penelitian, langkah awal menghitung rata-rata waktu penyelesaian semua pekerjaan.
- Menghitung waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan semua produk.
- Mengurutkan pekerjaan dengan mendahulukan pekerjaan dengan waktu terkecil menggunakan algoritma *Campbell Dudek Smith*.
- Membandingkan hasil penyelesaian algoritma CDS dengan penjadwalan perusahaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penjadwalan Produksi Perusahaan

Terdapat tujuh varian kerupuk sanjai yang akan diproduksi oleh usaha Sanjai Nitta, sanjai manis, kerupuk sanjai balado, sanjai asin, karak kaliang, kerupuk cincang dadu atau nepo, sanjai lidi bumbu, dan kerupuk bumbu kuning. Proses produksi setiap produk melalui enam langkah proses: pemotongan, pembuatan bumbu, penggorengan, pengolesan bumbu, pendinginan, dan pengemasan. Waktu produksi produk usaha sanjai dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Produksi Produk Pada Usaha Sanjai

Job	Pemotongan (jam)	Pembuatan bumbu (jam)	Penggorengan (jam)	Pengolesan bumbu (jam)	Pendinginan (jam)	Pengemasan (jam)
1	4,80	0	0,48	0,56	10	7,36
2	13,61	5,41	2,13	1,97	30	28,70
3	5,06	0	0,61	0,15	20	6,52
4	6,14	35,73	3,14	0	10	10,72
5	8,53	0,82	1,18	0,41	10	4,27
6	8,49	1,21	0,73	0,58	10	6,06
7	3,90	0,75	0,65	0,25	10	4,65

Teknik penjadwalan pada perusahaan saat ini menggunakan aturan *FCFS (Fisrt Come Fisrt Serve)*. Metode FCFS adalah metode yang menerapkan urutan kedatangan permintaan produk sebagai urutan penjadwalan, produk pertama masuk sebagai pesanan akan diproses terlebih dahulu. Diketahui waktu proses produksi masing-masing pekerjaan, sehingga total waktu pengerjaan semua produk pada sanjai Nitta dapat dihitung. *Makespan* pengerjaan semua produk pada usaha sanjai adalah 133,14 jam yang diperoleh dari Tabel 2. Maka penyelesaian yang dapat dilakukan yaitu membuat penjadwalan agar didapatkan *makespan* produksi yang kecil dengan menggunakan algoritma CDS sebagai metode optimasi penjadwalan produksi.

4.2. Penjadwalan Algoritma *Campbell Dudek Smith*

Tujuan penjadwalan dengan menggunakan pendekatan metode CDS adalah meminimalkan total waktu produksi (*makespan*). Waktu produksi direpresentasikan dalam $t_{i,j}$, dengan i mewakili



tahapan proses yang dilalui dan j adalah urutan pekerjaan. Ditetapkan $t_{i,j}$ merupakan waktu proses produksi pada langkah ke- i dengan pekerjaan ke- j . Data dalam permasalahan ini yaitu yang memerlukan pendekatan metode CDS, terdiri dari tujuh produk dimana urutan produksi seluruh produk yang hampir sama. Akibatnya algoritma CDS dapat digunakan dan menghasilkan urutan pejadwalan sebanyak k iterasi. Banyak iterasi $k = m - 1 = 6 - 1 = 5$, maka banyak perulangan yang dilakukan untuk memperoleh jadwal yang optimal di usaha sanjai Nitta ialah sebanyak lima kali.

Pada Iterasi pertama, $k = 1$, seluruh tugas yang ada akan dicari nilai $t_{j,1}^1$ dan $t_{j,2}^1$

Tabel 2. Data Waktu Iterasi Pertama CDS

<i>Job</i>	$t_{j,1}^1$	$t_{j,1}^2$
1	4,8	7,36
2	13,61	28,70
3	5,06	6,52
4	6,14	10,72
5	8,53	4,27
6	8,49	6,06
7	3,90	4,65

Dimana,

Job 1 : sanjai manis

Job 2 : kerupuk sanjai balado

Job 3 : sanjai asin

Job 4 : karak kaliang

Job 5 : kerupuk cincang dadu (nepo)

Job 6 : sanjai lidi bumbu

Job 7 : kerupuk bumbu kuning

Tabel 2 menunjukkan nilai $t_{j,1}^1$ dan $t_{j,2}^1$, maka langkah selanjutnya urutkan *job* atau produk. Urutan *job* atau produk didapat dari nilai minimum $t_{j,1}^1$ dan minimum $t_{j,2}^1$. Apabila data waktu terkecil ditemukan di $t_{j,1}^1$ pekerjaan atau produk akan diletakkan di deretan awal, namun apabila data waktu terkecil terletak di $t_{j,2}^1$ maka pekerjaan atau produk diletakkan di deretan akhir. Iterasi pertama diperoleh urutan penjadwalan produksi adalah 7-1-3-4-2-6-5. Didapatkan rentang waktu penyelesaian seluruh produk 147,80 jam. Iterasi dilanjutkan agar mendapatkan urutan penjadwalan dengan waktu total yang optimal.

Iterasi kedua, $k = 2$

Tabel 3. Iterasi Kedua CDS

<i>Job</i>	$t_{j,1}^2$	$t_{j,2}^2$
1	4,8	17,35
2	19,02	48,7
3	5,06	16,52
4	41,87	40,72
5	9,35	14,27
6	9,7	16,06
7	4,65	14,65

Tabel 3 menunjukkan nilai $t_{j,1}^2$ dan $t_{j,2}^2$, maka selanjutnya urutkan *job* atau produk. Apabila

waktu terkecil didapatkan pada $t_{j,1}^2$ pekerjaan atau produk diposisikan pada deretan awal penjadwalan, namun jika data waktu terkecil terletak di $t_{j,2}^2$ pekerjaan atau produk diposisikan di deretan akhir penjadwalan. Urutan pekerjaan di iterasi kedua 7-1-3-5-6-2-4, dan didapatkan total waktu penyelesaian seluruh produk 129,39 jam. Lanjutkan perhitungan ke iterasi ketiga.

Iterasi ketiga, $k = 3$

Tabel 4. Iterasi Ketiga CDS

<i>Job</i>	$t_{j,1}^3$	$t_{j,2}^3$
1	5,28	17,92
2	21,16	50,67
3	5,68	16,67
4	45,01	40,72
5	10,54	14,68
6	10,43	16,64
7	5,3	14,90

Tabel 4 memperlihatkan nilai $t_{j,1}^3$ dan $t_{j,2}^3$, jika data waktu terkecil terletak di $t_{j,1}^3$ maka posisikan pekerjaan atau produk di urutan pertama, namun jika data waktu terkecil pada $t_{j,2}^3$ maka pekerjaan diletakkan di urutan akhir. Urutan pekerjaan pada iterasi ketiga ialah 1-7-3-6-5-2. Kemudian diperoleh total waktu pada iterasi ketiga sebesar 130,13 jam.

Iterasi keempat, $k = 4$

Tabel 5. Iterasi Keempat CDS

<i>Job</i>	$t_{j,1}^4$	$t_{j,2}^4$
1	5,84	18,40
2	23,12	52,80
3	5,83	17,29
4	45,01	43,86
5	10,95	15,86
6	11,01	17,37
7	5,55	15,55

Setelah diperoleh nilai $t_{j,1}^4$ dan $t_{j,2}^4$, urutkan *job* atau produk. Dan diperoleh urutan pekerjaan pada iterasi keempat adalah 7-3-1-5-6-2-4. Dan dengan total waktu pengerjaan proses produksi sebesar 130,13 jam.

Iterasi kelima, $k = 5$

Tabel 6. Iterasi Kelima CDS

<i>Job</i>	$t_{j,1}^5$	$t_{j,2}^5$
1	15,84	18,40
2	43,12	58,21
3	15,83	17,29
4	75,01	79,59
5	20,95	16,68



6	21,01	18,58
7	15,55	16,30

Tabel 6 menunjukkan nilai $t_{j,1}^5$ dan $t_{j,2}^5$ urutan pekerjaan atau produk. Jika jangka waktu terkecil terletak di $t_{j,1}^5$ pekerjaan diletakkan di awal urutan, namun jika waktu terkecil terletak di $t_{j,2}^5$ maka pekerjaan atau produk diposisikan pada pengurutan akhir. Diperoleh urutan produk pada iterasi kelima yaitu 7-3-1-2-4-6-5. Waktu total pengerjaan seluruh produk pada iterasi kelima ialah 117,72 jam.

Berdasarkan hasil perhitungan 5 iterasi diperoleh urutan *job* pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan CDS

Iterasi (<i>k</i>)	Urutan Pekerjaan	Makespan (jam)
1	7,1,3,4,2,6,5	147,8
2	7,1,3,5,6,2,4	129,39
3	1,7,3,6,5,2,4	130,13
4	7,3,1,5,6,2,4	130,13
5	7,3,1,2,4,6,5	117,72

Hasil perhitungan menggunakan algoritma CDS terlihat pada Tabel 7, diperoleh urutan pekerjaan dengan *makespan* terkecil adalah pada iterasi kelima yaitu sebesar 117,72 jam dengan urutan produksi 7-3-1-2-4-6-5. Hasil terbaik dari perhitungan dengan metode CDS dibandingkan dengan perhitungan *makespan* pada perusahaan sebelumnya untuk memperoleh hasil yang terbaik. Diperoleh *makespan* penjadwalan pada usaha sanjai adalah 133,14 jam dengan jadwal produksi 1-2-3-4-5-6-7. Maka penjadwalan usaha Sanjai dengan Algoritma CDS, dapat menghasilkan waktu total produksi yang lebih optimal yakni 117,72 jam dibandingkan dengan penjadwalan perusahaan sebelumnya, penjadwalan dengan algoritma CDS dapat menghemat waktu pengerjaan sebesar 15,42 jam.

5. KESIMPULAN

Penggunaan teori algoritma *Campbell Dudek Smith* dalam optimalisasi penjadwalan produksi di Usaha Kerupuk Sanjai dapat diselesaikan dengan menggunakan *microsoft excel*. Hasil penelitian menunjukkan urutan penjadwalan dengan menggunakan penerapan algoritma *Campbell Dudek Smith* menghasilkan nilai waktu total yang minimum dari pada penjadwalan perusahaan sebelumnya. Usaha sanjai memiliki nilai *makespan* sebesar 133,14 jam, namun setelah dijadwalkan dengan algoritma CDS nilai *makespan* yang didapatkan lebih minimal yaitu 117,72 jam dengan perbedaan 15,42 jam. Sehingga disimpulkan bahwa penjadwalan produksi pada usaha sanjai dengan menggunakan algoritma CDS lebih efektif dan efisien.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dari Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang.

REFERENSI

- [1] A. H. Nasution, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Penerbit Andi: Yogyakarta, 1999.
- [2] N. Masruroh, "Analisis Penjadwalan Produksi dengan menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith Palmer Dan Dannenbring* di PT. Loka Refraktor," *Jurnal Teknik Industri FTI-UPN "Veteran"* Jatim, 2012.
- [3] I. A. Ramadhani, Y. Rizal, "Optimasi Penjadwalan Perawat IGD RSUD Arosuka dengan Metode *0-1 Fuzzy Goal Programming*," *Journal of Mathematics UNP.*, Vol. 8, No. 2, June. 2023.
- [4] Q. Pan *et al*, "An improved Iterated Greedy Algorithm For The No-Wait Flow Shop Scheduling Problem With Makespan

- Criterion," *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 2008.
- [5] M. Limanto, "Upaya Peningkatan Output Produksi menggunakan Metode *Palmer* dan CDS pada PT. X," *Jurnal Titra*, 441-448, 2022.
- [6] S. Mangnggenre, *et al*, "Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode *Branch and Bounch* pada PT. XYZ," *Jurnal Jurusan Teknik Industri*, Universitas Hasanudin. Makasar, 2014.
- [7] S. M. Lingga, "Sistem Informasi Pembelian dan Penjualan Keripik Sanjai Nitta," Universitas UNIKOM, 2014.
- [8] W. P. Septia, "Penerapan Teori Antrian pada Pelayanan teller Bank BNI Kantor Cabang Pembantu Air Tawar," *UNPjoMath*, Vol 3 No 1, 90-94, 2020..
- [9] C. E. Widodo, "Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi denga Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) pada Perusahaan Manufaktur," 2014.
- [10] S. NS. Sidabutar, "Penjadwalan Operasi Mesin Produksi dengan Metode CDS (*Campbell Dudek Smith*) Di PT Tjokro Bersaudara Balikpapanido," ISSN : 2086-2962, Vol 11 No. 2, 2019.
- [11] H. Tannady, "Solusi Urutan Pengerjaan *Job* yang Tepat dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)," *J@TI Undip*, Vol X, No 1, 2015.
- [12] D. Nurmayuni, "Penjadwalan Produksi dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (*Makespan*)," *Jurnal Sains dan Teknologi* Vol 18, No 2. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, 2018.
- [13] T. Nuaraini, "Usulan Penjadwalan *Job Machine* Seri menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* Untuk Meminimasi *Makespan* di UD. Wira Vulkanisir," *Jurnal Energi dan Manufaktur* Vol. 12 No 2, 2019.
- [14] Risa, *et al* "Perbandingan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *Palmer* dalam Meminimasi Total Waktu Penyelesaian studi kasus: Astra Konveksi Pontianak," Vol 4 N0. 3, 2015.
- [15] R. Ginting, *Penjadwalan Mesin*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [16] R. Jannah, Arnellis & R. Sriningsih, "Optimasi Hasil Produksi Tahu dan Tempe dengan Metode *Branch and Bound* dan Metode *Cutting Plane*," *Journal of Mathematics UNP* , 3(1), 42-47. 2018