

# Optimasi Penjadwalan Produksi Sanjai Rina Menggunakan Algoritma Campbell Dudek Smith

Annisa Yovinda<sup>1</sup>, Defri Ahmad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Student of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>2</sup> Lecturer of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang, Indonesia

## Article Info

### Article history:

Received February 15, 2021

Revised March 29, 2021

Accepted March 30, 2022

### Keywords:

Scheduling

Campbell Dudek Smith

### Kata Kunci:

Penjadwalan

Campbell Dudek Smith

## ABSTRACT

Kerupuk sanjai Rina business always run into lateness in product delivery because they haven't done production which will be deliver and delivery deadline only based on intuition. Sanjai Rina have need to establish a better production schedule so that be able to minimizing all product work time total. There are many ways to minimizing total of work time, one of them is using Campbell Dudek Smith (CDS) algorithm. The purpose of the research to know best outcome sanjai Rina production process scheduling using CDS algorithm. CDS algorithm obtain k iteration with different values. From k iteration, minimal value will be use to determine production thread. Sanjai Rina business have total time work all of product is 435,88 hours by sequence 1-2-3-4-5-6-7-8. From CDS algorithm iterations, obtain minimal scheduling by sequence 4-8-3-1-2-6-7-5 with total work time all of the product is 375,26 hours that will attain saving 60,22 hours time work.

## ABSTRAK

Usaha kerupuk sanjai Rina sering mengalami keterlambatan pengiriman produk karena belum selesai produksi produk yang akan dikirim dan batas waktu pengiriman yang ditetapkan hanya berdasarkan intuisi. Sanjai Rina perlu membuat penjadwalan produksi yang lebih baik agar dapat meminimalkan total waktu pengerjaan semua produk. Banyak cara yang dilakukan untuk meminimalkan total waktu pengerjaan, salah satunya dengan menggunakan algoritma Campbell Dudek Smith. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan penjadwalan proses produksi yang minimal untuk usaha sanjai Rina menggunakan algoritma Campbell Dudek Smith (CDS). Algoritma (CDS) menghasilkan k iterasi dengan nilai yang berbeda. Dari k iterasi digunakan nilai yang minimal untuk menentukan urutan produk yang diproduksi. Usaha sanjai Rina memiliki total waktu pengerjaan seluruh produk sebesar 435,88 jam dengan urutan produk 1-2-3-4-5-6-7-8. Dari lima iterasi algoritma CDS, didapatkan jadwal minimal

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



## Penulis pertama :

(Annisa Yovinda)

Prodi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar barat, Padang Utara, Padang, 25171  
Email: [annisa.yovinda@gmail.com](mailto:annisa.yovinda@gmail.com)

Padang, Sumatera Barat

dengan urutan produk 4-8-3-1-2-6-7-5 dengan total waktu pengerjaan semua produk 375,26 jam yang dapat menghemat waktu pekerjaan 60,22 jam.

## 1. PENDAHULUAN

Keripik merupakan salah satu jenis dari makanan ringan. Keripik yang banyak diminati adalah keripik yang terbuat dari olahan singkong. Keripik yang terbuat dari singkong salah satunya keripik sanjai. Keripik sanjai merupakan makanan khas Sumatera Barat [1].

Salah satu daerah di Sumatera Barat yang memproduksi kerupuk sanjai adalah kota Payakumbuh. Kota Payakumbuh merupakan kota perlintasan bagi masyarakat dari Sumatera Barat yang hendak ke provinsi Riau. Sehingga sebelum meninggalkan Sumatera Barat banyak masyarakat berhenti di kota tersebut untuk membeli buah tangan. Usaha kerupuk sanjai yang populer di Payakumbuh adalah usaha kerupuk sanjai Rina. Hal ini dapat dilihat dari data Dinas Perindustrian dan Perdagangan kota Payakumbuh bahwa usaha kerupuk sanjai Rina memiliki nilai produksi sebesar Rp.6.912.000.000 pada tahun 2019 lebih tinggi dari pada usaha kerupuk sanjai yang lain di kota Payakumbuh [2].

Produk yang dihasilkan oleh usaha sanjai Rina adalah kerupuk sanjai balado, karak kaliang, kerupuk sanjai balado bulek, sanjai putih original, kerupuk nepo, sanjai lidi balado, sanjai lidi bumbu dan sanjai rasa jagung. Berbagai jenis kerupuk sanjai tersebut hampir melewati enam langkah yang sama dalam pengerjaan produksi, yaitu mulai dari pengolahan bahan, pembuatan bumbu, penggorengan, pengolesan bumbu, pendinginan lalu pengemasan. Karena jenis produk melewati urutan proses produksi hampir sama, maka penjadwalan produksi sanjai Rina termasuk kedalam sistem penjadwalan flowshop.

Flowshop merupakan sebuah sistem penjadwalan untuk mengurutkan pekerjaan (job) yang mempunyai langkah pengerjaan yang sama atau hampir sama. Jika urutan pengerjaan sudah selaras, maka penjadwalan bisa dimodelkan sebagai permasalahan penjadwalan flowshop. Urutan pengerjaan yang selaras jika setiap langkah atau tahapan yang dilalui tidak terbalik. Flowshop memiliki tujuan untuk meminimalkan total waktu pengerjaan (makespan) setiap produk (job) pada  $n$  job dan  $m$  mesin dengan batas waktu yang sudah ditetapkan oleh pelanggan ke perusahaan dapat dipenuhi [3].

Peningkatan jumlah permintaan, membuat perusahaan perlu merubah sistem lama menjadi lebih efektif agar dapat memberikan pelayanan yang baik. Meningkatnya permintaan dari konsumen dapat menimbulkan kompetisi di dunia usaha. Salah satunya bersaing dalam pelayanan berkualitas. Kualitas dari pelayanan salah satu kunci untuk keberhasilan untuk mendapatkan penilaian yang bagus dari konsumen [4].

Tabel 1. Penjualan dan Permintaan Sekali Dua Minggu

No	Jenis Produk	Jumlah (kg)
1	Kerupuk Sanjai Balado	850
2	Karak Kaliang	1150
3	Kerupuk Sanjai Balado Bulek	1330
4	Santai Putih Original	380
5	Kerupuk Nepo	350
6	Sanjai Lidi Balado	320
7	Sanjai Lidi Bumbu	330
8	Sanjai Rasa Jagung	300

Penjadwalan suatu usaha dapat dilaksanakan dengan cara menjabarkan tahapan-tahapan yang akan dilakukan. Memperkirakan waktu yang akurat sangat dibutuhkan untuk membuat keputusan dalam pekerjaan. Penjadwalan digunakan dalam memaksimalkan waktu yang ada agar masalah yang ada dapat diselesaikan [5]. Waktu yang terbatas dengan banyaknya target yang akan diselesaikan



mengharuskan membuat penjadwalan seefektif dan juga seefisien mungkin agar dapat masalah yang ada bisa diatasi dengan baik [6]. Dalam mengoptimalkan produksi, maka dibutuhkan penjadwalan yang tepat, agar suatu rencana dapat dilakukan [7].

Usaha kerupuk sanjai Rina selain menjual produk langsung ke konsumen, ia juga setiap dua minggu mengisi pesanan ke toko-toko sanjai lainnya yang ada di Sumatera Barat, Pekanbaru, Dumai, Batam dan Jakarta. Berikut rata-rata penjualan sanjai Rina sekali dua minggu.

Banyak penjualan dan permintaan yang dapat dilihat pada Tabel I membuat usaha sanjai Rina sering mengalami keterlambatan pengiriman produk ke pelanggan karena belum selesainya produksi produk yang akan dikirim.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keterlambatan yaitu penjadwalan produksi yang belum optimal dan waktu pengiriman yang ditetapkan hanya berdasarkan intuisi. Perusahaan tidak menghitung berapa waktu dibutuhkan untuk memproduksi permintaan, kapan selesai diproduksi dan kapan bisa di kirim ke pelanggan. Apabila permasalahan ini terjadi terus menerus maka membuat kepuasan, kepercayaan pelanggan berkurang dan akan menambah biaya untuk kerja lembur karyawan [8].

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka perlu usaha sanjai Rina membuat penjadwalan produksi sanjai yang lebih meminimalkan waktu pengerjaan produk (makespan), tapi tetap memperhatikan kualitas dari produk. Adapun metode yang cocok untuk masalah penjadwalan ini adalah algoritma Campbell Dudek Smith (CDS).

Pada beberapa penelitian menggunakan algoritma CDS untuk meminimalkan waktu pengerjaan produk seperti yang dilakukan oleh Cahyo (2014) menjelaskan algoritma CDS menghasilkan total waktu semua produk atau (makespan) yang lebih optimal dibandingkan dengan makespan dari perusahaan manufaktur yang menjadi objek penelitian [3]. Penelitian dari Risa (2015) melakukan perbandingan waktu makespan dari algoritma CDS dengan algoritma Palmer. Dari penelitian tersebut, diperoleh bahwa algoritma CDS memiliki hasil lebih baik daripada algoritma Palmer [9].

Algoritma CDS merupakan pengembangan dari sebuah algoritma Johnson. Algoritma Johnson adalah sebuah aturan untuk meminimalkan makespan yang memiliki 2 mesin disusun seri yang sekarang menjadi dasar teori dalam penjadwalan. Pada algoritma Campbell Dudek Smith (CDS) proses penjadwalan berdasarkan pada waktu kerja terkecil dalam produksi. Mengurutkan penjadwalan produk dimana setiap produk melewati tahapan-tahapan yang sama untuk mendapatkan *makespan* yang minimal. Pada permasalahan ini ada  $n$  job dan juga  $m$  mesin yang bekerja, untuk  $m$  mesin ini diganti menjadi masalah dua mesin dengan algoritma Johnson. Formulasi algoritma Johnson untuk  $j$  job yang akan diproses untuk dua mesin dimana  $t_{j,1}$  merupakan waktu proses di mesin 1 dan  $j$  ke- $j$  lalu  $t_{j,2}$  untuk waktu proses di mesin 2 pada job ke- $j$  [2]. Untuk mengurutkan  $n$  pekerjaan pada  $m$  mesin, CDS memutuskan urutan pertama  $t_{j,1}^k = t_{j,1}$  dan  $t_{j,2}^k = t_{j,2}$  untuk waktu proses mesin yang pertama dan mesin yang terakhir. Urutan kedua dirumuskan pada persamaan (1) dan persamaan (2) [10]:

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

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

untuk waktu proses di dua mesin bagian pertama dan dua mesin yang terakhir. Sehingga urutan ke- $k$  adalah:

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

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

dengan,

$j$  = job

$i$  = mesin

$m$  = jumlah mesin bekerja (awal-akhir)

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

Perhitungan pada metode CDS dapat dilakukan dengan mengikuti tahapan-tahapan berikut [3]:

1. Penjadwalan yang pertama yaitu  $k=1$  untuk semua pekerjaan cari nilai  $t_{j,1}^k$  dan  $t_{j,2}^k$  yang minimal merupakan waktu proses pada mesin pertama dan mesin kedua.

2. Jika waktu minimal terdapat pada mesin pertama (misal  $t_{j,1}^k$ ) maka posisikan produk tersebut di urutan awal, apabila waktu minimal terdapat pada mesin kedua (misal  $t_{j,2}^k$ ), produk tersebut diposisikan pada urutan terakhir.
3. Produk-produk tersebut diurutkan kemudian hitung total waktu pada  $t_{1,1}$  yang merupakan waktu proses pada *job* 1 di mesin 1. Total waktu pada  $t_{1,2}$  adalah  $t_{1,1} + t_{1,2}$ . Lalu total waktu pada  $t_{2,1}$  adalah  $t_{1,1} + t_{2,1}$ . Total waktu pada  $t_{2,2}$  adalah  $\max\{t_{1,2}, t_{2,1}\} + t_{2,2}$  dan seterusnya. Apabila masih ada produk yang tersisa maka ulangi lagi tahapan 1. Sebaliknya, apabila sudah tidak ada produk yang tersisa, maka pengurutan penjadwalan telah selesai dilakukan.

## 2. METODE

Penelitian ini adalah penelitian terapan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari objek penelitian yaitu data proses produksi delapan jenis produk sanjai pada usaha kerupuk sanjai Rina. Data yang dibutuhkan berupa data waktu pengerjaan masing-masing produk pada setiap tahapan pengerjaan. Pengamatan dilakukan selama 10 hari pada saat jam bekerja.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan hasil terbaik dari optimasi penjadwalan produksi di sanjai Rina menggunakan algoritma CDS adalah:

1. Menghitung total waktu pengerjaan semua produk (Makespan) sanjai Rina
2. Menghitung total waktu pengerjaan semua produk (Makespan) menggunakan algoritma CDS.
3. Bandingkan hasil iterasi CDS dengan hasil asli usaha sanjai Rina.

## 3. HASIL DAN PAMBAHASAN

### 3.1. Menghitung total waktu pengerjaan semua produk (Makespan) Usaha Sanjai Rina

Banyak produk yang akan diproduksi usaha sanjai Rina ada 8 produk yaitu, keripik sanjai balado, karak kaliang, keripik sanjai balado bulek, sanjai putih original, kerupuk nepo, sanjai lidi balado, sanjai lidi bumbu dan sanjai rasa jagung. Secara garis besar, jumlah tahapan yang dilalui produksi ada 6 tahapan yaitu pemotongan, pembuatan bumbu, penggorengan, pendinginan dan pengemasan. Berikut waktu kerja tiap tahapan pada usaha sanjai Rina:

Tabel 2. Waktu Kerja Setiap Tahapan Pada Kerupuk Sanjai Rina

<i>Job</i> mesin	Keripik Sanjai Balado	Karak Kaliang	Keripik Sanjai Balado Bulek	Sanjai Putih Original	Kerupuk Nepo	Sanjai Lidi Balado	Sanjai Lidi Bumbu	Sanjai Rasa Jagung
Pemotongan (jam)	28,33	13,87	25,71	8,23	16,68	16,96	17,5	7,85
Pembuatan bumbu (jam)	11,91	83,78	15,55	0	1,03	2,92	2,52	0,84
Penggorengan (jam)	42,09	57,43	22,61	8,61	17,26	15,31	13,54	10,62
Pengolesan bumbu (jam)	42,78	0	54,75	0	4,16	20,16	4,8	3,2
Pendinginan (jam)	30	70	50	10	20	20	20	20
Pengemasan (jam)	61,70	24,75	70,29	11,78	7,91	13,38	12,5	9,22



Dengan mengetahui waktu proses pengerjaan masing-masing pekerjaan, maka dapat dihitung makespan atau total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua produk. *Makespan* yang diperoleh dari tabel 2 adalah 435,88 jam yang merupakan hasil *makespan* dari usaha sanjai Rina. Langkah yang dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai makespan yang lebih baik maka akan digunakan algoritma CDS dimana metode ini merupakan pengembangan dari algoritma Johnson.

### 3.2. Menghitung total waktu pengerjaan semua produk (Makespan) menggunakan Algoritma CDS

Tujuan penjadwalan menggunakan algoritma CDS adalah untuk dapat meminimalkan waktu makespan produksi. Waktu produksi direpresentasikan ke dalam bentuk  $t_{j,i}$ , dimana  $j$  merupakan urutan *job* atau produk yang diproses dan  $i$  merupakan urutan mesin atau tahapan yang dilalui. Didefinisikan dengan  $t_{j,i}$  adalah waktu proses produksi pada pekerjaan ke- $j$  dan pada tahap ke- $i$ . Pada permasalahan ini terdapat  $n$  produk dan  $m$  tahapan atau mesin yang kemudian dibentuk menjadi permasalahan dua mesin dengan menggunakan algoritma Johnson. Masalah  $m$  tahapan atau mesin menghasilkan  $k$  iterasi, dimana iterasi ( $k$ ) = 1,2,3, ..., ( $m - 1$ ). Banyak iterasi yang dilakukan untuk usaha sanjai Rina adalah sebanyak lima iterasi karena banyak tahapan atau mesin yang dilalui ada 6 mesin.

Iterasi pertama,  $k = 1$

Data yang akan diiterasi pada  $k=1$  untuk iterasi pertama dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Iterasi Pertama CDS

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^1$	$t_{j,2}^1$
1	28,33	61,70
2	13,87	24,75
3	25,71	70,29
4	8,23	11,78
5	16,68	7,91
6	16,96	13,38
7	17,5	12,5
8	7,85	9,22

Dengan,

*Job* 1 = keripik sanjai balado

*Job* 2 = karak kaliang

*Job* 3 = keripik sanjai balado bulek

*Job* 4 = sanjai putih original

*Job* 5 = kerupuk nepo

*Job* 6 = sanjai lidi balado

*Job* 7 = sanjai lidi bumbu

*Job* 8 = sanjai rasa jagung

Setelah mendapatkan nilai  $t_{j,1}^1$  dan  $t_{j,2}^1$ , maka *job* atau produk diurutkan. Jika waktu minimal terdapat pada  $t_{j,1}^1$  maka posisikan *job* atau produk tersebut pada urutan awal. Apabila waktu minimal terdapat pada  $t_{j,2}^1$ , maka posisikan *job* ditempatkan pada urutan terakhir. Dari iterasi pertama didapatkan urutan *job* penjadwalan produksi adalah 8-4-2-3-1-6-7-5. Setelah melakukan iterasi pertama, didapatkan waktu pengerjaan semua produk atau *makespan* sebesar 464,71 jam. Selanjutnya dilakukan iterasi kedua untuk mendapatkan waktu yang lebih minimal.

Iterasi kedua,  $k = 2$

Tabel 4. Iterasi Kedua CDS

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^2$	$t_{j,2}^2$
1	40,25	91,70
2	97,65	94,75
3	41,26	120,29
4	8,23	21,78
5	17,71	27,91
6	19,89	33,38
7	20,02	32,5
8	8,69	29,22

Dari nilai  $t_{j,1}^2$  dan  $t_{j,2}^2$ , maka diurutkan *job* atau produk. Apabila waktu minimal diperoleh pada  $t_{j,1}^2$  maka posisikan produk tersebut pada urutan awal, jika waktu minimal terdapat pada  $t_{j,2}^2$  maka urutkan produk di posisi terakhir. Urutan produk dari iterasi kedua adalah 4-8-5-6-7-1-3-2. Total waktu untuk pengerjaan semua produk atau makespan dengan menggunakan iterasi kedua adalah 392,16 jam. Kemudian dilakukan iterasi ketiga.

Iterasi ketiga,  $k = 3$

Tabel 5. Iterasi Ketiga CDS

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^3$	$t_{j,2}^3$
1	82,34	134,49
2	155,09	94,75
3	63,87	175,04
4	16,84	21,78
5	34,98	32,07
6	35,20	53,55
7	33,56	37,3
8	19,32	32,42

Nilai iterasi dari nilai  $t_{j,1}^3$  dan  $t_{j,2}^3$ , urutkan *job* atau produk. Urutan produk dari iterasi ketiga adalah 4-8-7-6-3-1-2-5. Total waktu pengerjaan semua produk dengan menggunakan iterasi ketiga adalah 383,85 jam.

Tabel 6. Iterasi Keempat CDS

Job \ Mesin	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^4$	$t_{j,2}^4$
1	125,13	176,58
2	155,09	152,19
3	118,62	197,65
4	16,84	30,39
5	39,14	49,34
6	55,37	68,86
7	38,36	50,84
8	22,52	43,05

Nilai iterasi dari nilai  $t_{j,1}^4$  dan  $t_{j,2}^4$ , urutkan *job* atau produk. Jika waktu minimum didapatkan pada  $t_{j,1}^4$  maka tempatkan *job* atau produk tersebut pada urutan awal. Bila waktu minimum terdapat



pada  $t_{j,2}^4$  maka job atau produk ditempatkan pada urutan terakhir. Urutan produk dari iritasi keempat adalah 4-8-7-5-6-3-1-2. Total waktu pengerjaan semua produk dengan menggunakan iterasi keempat adalah 392,62 jam. Kemudian lakukan iterasi kelima.

Iterasi kelima,  $k = 5$

Tabel 7. Iterasi Kelima CDS

Job	Mesin	
	Total Waktu Proses (Jam)	
	$t_{j,1}^5$	$t_{j,2}^5$
1	155,13	188,50
2	225,09	235,98
3	168,62	213,20
4	26,84	30,39
5	59,14	50,37
6	75,37	71,79
7	58,36	53,36
8	42,52	43,89

Nilai iterasi dari nilai  $t_{j,1}^5$  dan  $t_{j,2}^5$ , urutkan job atau produk. Jika waktu minimum didapatkan pada  $t_{j,1}^5$  maka tempatkan job atau produk tersebut pada urutan awal, bila waktu minimal terdapat pada  $t_{j,2}^5$  maka job atau produk ditempatkan pada urutan terakhir. Urutan produk dari iterasi ketiga adalah 4-8-3-1-2-6-7-5. Total waktu pengerjaan semua produk dengan menggunakan iterasi ketiga adalah 375,26 jam.

### 3.3 Perbandingan Hasil Iterasi CDS dengan Hasil Asli Usaha Sanjai Rina

Pengurutan seluruh iterasi yang telah dilakukan dari iterasi  $k=1$  sampai dengan  $k=5$  dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Nilai *Makespan* Masing-masing Iterasi

Iterasi ( $k$ )	Urutan Pekerjaan	Makespan (Jam)
1	8-4-2-3-1-6-7-5	464,71
2	4-8-5-6-7-1-3-2	392,16
3	4-8-7-6-3-1-2-5	383,85
4	4-8-7-5-6-3-1-2	392,62
5	4-8-3-1-2-6-7-5	375,26

Total waktu minimal dari Tabel 8 dapat dilihat pada iterasi kelima yaitu 375,26 jam dengan urutan kerja produk 4-8-3-1-2-6-7-5. Hasil terbaik dari iterasi algoritma CDS kemudian dibandingkan dengan hasil *makespan* yang ada di sanjai Rina untuk mendapatkan hasil terbaik.

Tabel 9. Perbandingan *Makespan* CDS dan Sanjai Rina

Makespan Usaha Sanjai Rina	Makespan Algoritma CDS
435,88 jam	375,26 jam

Penjadwalan menggunakan algoritma CDS untuk usaha sanjai Rina menghasikan waktu *makespan* yang lebih minimal yaitu 375,26 jam. Penjadwalan algoritma CDS dapat menghemat waktu pengerjaan produk sebesar 60,62 jam. Dilihat dari beberapa penelitian sebelumnya seperti, Cahyo (2014) dan Risa (2015) juga memperoleh hasil bahwa algoritma CDS dapat meminimalkan waktu pengerjaan semua produk.

## 4. Kesimpulan

Sebelum menggunakan algoritma CDS, usaha sanjai Rina memiliki nilai *makespan* sebesar 435,88 jam dengan urutan penjadwalan produk 1-2-3-4-5-6-7-8. Namun setelah dijadwalkan menggunakan algoritma CDS, nilai *makespan* dapat ditekan menjadi 375,26 jam dengan urutan

pengerjaan produk 4-8-3-1-2-6-7-5. Penjadwalan produksi menggunakan algoritma CDS pada usaha sanjai Rina menghasilkan jadwal produksi dengan waktu pengerjaan produk yang lebih minimal.

#### REFERENSI

- [1] Wulandari, Dythia., 2020, optimalisasi keuntungan pada perusahaan keripik sanjai mintuo dengan metode branch and bound, UNPjoMath, Vol 3 No 1, 12-16.
- [2] Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Payakumbuh. (2019). Nilai produksi 2019 Payakumbuh. Payakumbuh : Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Payakumbuh.
- [3] Widodo, C.E. 2014. Optimasi penjadwalan mesin produksi dengan menggunakan metode Campbell dudek smith pada perusahaan manufaktur. Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, April 2014.
- [4] Putri, Windy.S., 2020, penerapan teori antrian pada pelayanan teller bank BNI kantor cabang pembantu air tawar, UNPjoMath, Vol 3 No 1, 90-94.
- [5] Maryani, Sari., 2019, optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pembangunan dengan metode PERT-CPM, UNPjoMath, Vol 2 No 3,60-66.
- [6] Saputra, Indra., 2020, algoritma genetika untuk menentukan jalur terpendek wisata kota bukitinggi, UNPjoMath, Vol 3 No 1, 33-36..
- [7] Pramutia, Sita., 2020, optimasi jadwal penjagaan lembaga pemasyarakatan kelas II B Pasir pangaraian dengan metode goal programming, UNPjoMath, Vol 3 No 2,17-22.
- [8] Ariyanti, Silvi., Adianto., Miharja Ricky., 2018, usulan penjadwalan produksi benang menggunakan metode NEH dan algoritma Johnson untuk meminimasi waktu produksi di PT. Laksana Kurnia Mandiri Sejati, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol 6 No 3, 157-164.
- [9] Risa., Helmi., Aritonang Marisi, 2015, Perbandingan Metode Campbell Dudek Smith (CDS) dan palmer dalam meminimasi total waktu penyelesaian studi kasus: astra konveksi Pontianak, Volume 04 No. 3, Hal 181-190.
- [10] Ginting, Rosnani. 2009. Penjadwalan Mesin. Yogyakarta: Graha Ilmu.