

PENJADWALAN MESIN UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN PADA PT PANGGUNG JAYA INDAH MENGGUNAKAN *MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING*

Adi Tegar Pamungkas¹, Theresia Sunarni², Saufik Luthfianto³

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Pancasakti Tegal. ² Universitas Katolik Misi Charitas
Email : aditegar7579@gmail.com¹ t_sunarni@ukmc.ac.id² saufik_luthfianto@upstegal.ac.id³

ABSTRAK

Proses penjadwalan produksi PT Panggung Jaya Indah Pekalongan digunakan untuk menghasilkan rencana produksi harian. Tahap ini tentu saja membutuhkan proses yang cepat, tetapi juga membutuhkan langkah yang terperinci. Proses penjadwalan produksi ini dilakukan pengamatan dengan menggunakan pendekatan metode *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) bertujuan untuk menghasilkan jadwal produksi yang mempunyai makespan yang optimal. Produk yang diamati merupakan sembilan produk sarung tenun yang menggunakan mesin jenis AJL dan Rapiet, mesin ini memerlukan waktu maintenance berupa waktu pemeliharaan mesin sebelum digunakan kembali, dalam hal ini waktu proses yang di perlukan belum maksimal. Sehingga, tidak optimalnya, mesin dan kapasitas produksi belum bisa dioptimalkan dengan baik. Model ini diganti menjadi rumusan syntax dengan LINGO 18.0. hasil variabel model ini ialah 163 variabel, dimana hasil variable integer menghasilkan 144, hasil *constraints* batasan yang diperoleh model ialah 1495 limit, dan hasil *nonzeros coefficient* model ialah 1495 koefisien. Dengan jumlah variabel, kendala dan koefisien LINGO 18.0, diperoleh solusi dari model program linier bilangan bulat campuran sesuai dengan nilai fungsi tujuan untuk meminimalkan waktu eksekusi maksimum seluruh produk (penyelesaian maksimum). time/makespan dengan total 4.035.977 iterasi sedangkan urutan lintasan menggunakan model ini L1 adalah 2 - 5 - 8 - 9 - 3, dan untuk lintasan L2 adalah 6 - 4 - 1 - 7. Nilai makespan yang didapatkan adalah 541,63 jam dengan persentase utilitas sebesar 72,7%. hasil dari pemanfaatan lintasan mencapai 100% sehingga masih belum maksimal, meskipun yang di hasilkan sebesar 744 jam waktu kerja.

Kata kunci: Makespan, MILP, Penjadwalan mesin, Penjadwalan produksi,

1. PENDAHULUAN

Dalam memenuhi kebutuhan pelanggan, perusahaan harus melaksanakan kerangka kerja pengaturan produksi. Ini merupakan masalah yang penting bagi pabrikan dalam mengatur bahan mentah menjadi produk jadi menggunakan fasilitas dan sumber daya yang boleh digunakan. memiliki peran penting untuk menentukan waktu penggunaan fasilitas dan sumber daya yang ada tujuannya adalah mengikuti batasan mengenai aktivitas, sumber daya, dan fasilitas (Wildan, Widha Setyanto and Rahman, 2014).

Penjadwalan produksi adalah metode untuk mengatur produk yang segera di produksi dengan sumber daya yang bisa digunakan. Hal ini pasti sangat penting dalam memastikan kegiatan pada produksi di lakukan dengan tepat waktu. (Nadia, Dewi and Sianto, 2017).

PT Pajitex merupakan perusahaan tekstil yang memproduksi sarung tenun, perusahaan Pajitex terdapat banyak mesin, ada dua jenis mesin yang di gunakan yaitu mesin AJL dan Rapiet. AJL merupakan mesin tenun tanpa teropong menggunakan udara sebagai penyisipan atau peluncuran benang pakan. sedangkan mesin tenun Rapiet adalah alat tenun dengan cara kerja peluncuran benang pakan ke dalam mulut bilah tipis yang dibanting sedemikian rupa dengan posisi tertentu dan memiliki kait atau jepitan di ujung bilah tipis tersebut (Syahrullah and Izza, 2021).

Dalam proses produksi sarung di PT pajitex ada dua tugas dalam proses perawatan yaitu pembersihan dan perawatan mesin, karena mesin AJL memiliki jumlah putaran yang tinggi sehingga perlu perawatan rutin. Proses perawatan alat produksi proses perawatan alat tenun AJL memakan waktu total 15 menit (0,25 jam) Jika seluruh proses ini terakumulasi dalam waktu, jadi

dapat di simpulkan bahwa perawatan pada mesin AJL memerlukan waktu 7,5 jam (selaras dengan 1 shift waktu kerja).

Apabila variabel keputusannya berisi angka bulat maupun pecahan, metode ini disebut mixed integer linear programming, dengan ini, maka dimutuskan menggunakan pendekatan mixed integer linear programming.

2. METODE PENELITIAN

Perencanaan produksi yaitu pedoman dalam menentukan jadwal induk produksi. Dalam menentukan jadwal produksi membutuhkan riset operasi. Riset operasi yang dimaksud adalah memperkirakan menggambarkan, dan memahami, atau meramal suatu sistem yang kompleks dalam kehidupan manusia maupun peralatan (Latief and Suriyanti, 2023).

Dalam memenuhi kebutuhan dan minimasi stok. Sehingga dapat menggunakan metode goal programming yang bisa memenuhi suatu tujuan secara keseluruhan. Metode ini ialah implementasi dari metode program linear. Linear Programming adalah metode yang dapat menyelesaikan permasalahan dengan berbagai fungsi kendala dalam mencapai tujuan seperti memaksimumkan (keuntungan) atau meminimalkan (biaya). (Karyawan, 2020)

Proses penjadwalan nilai parameter bisa dilihat menggunakan nilai makespan, arti dari makespan adalah waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan seluruh job pada mesin yang digunakan (Wirdianto and Arnes, 2018). Suatu bentuk pendekatan heuristik yang dapat digunakan dalam meminimasi makespan, minimasi flow time, dan bisa meningkatkan produktivitas pada mesin dengan menggunakan cara tersebut dapat meminimalkan jumlah mesin yang menganggur (Wahyudi *et al.*, 2021).

Perawatan mesin dapat diartikan dalam bentuk kegiatan yang dapat dilakukan untuk mencapai hasil yang bisa mempertahankan dan mengembalikan dengan kondisi yang selalu berfungsi. Dalam proses penjadwalan operasi perawatan merupakan hal yang kompleks. Hal ini bisa mengoptimalkan biaya oprasi dan trek kerja secara seimbang (Faris, 2019).

Dengan menggunakan software LINGO dapat membuat model optimasi penjadwalan yang dapat meminimasi waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan semua pekerjaan. Dengan software ini bisa merancang model optimasi dengan bentuk integer linear programming. (Herlina, Ilhami and Irman, 2021).

2.1 Perencanaan produksi

Dalam perencanaan produksi, direncanakan dalam satu periode perusahaan harus merencanakan produk apa yang akan di produksi. Perencanaan produksi optiminimalisasi harus di perhatikan karena, dapat menekan biaya yang paling rendah dalam proses produksi (Anis and Nandiroh, no date). Dengan perencanaan produksi yang tepat, operasi mesin dapat dilakukan sesuai kapasitasnya, sehingga dapat meminimalisir waktu yang tidak produktif akibat mesin. (Pratiwi *et al.*, no date).

2.2 Model Mixed Integer Linear Programming

Model programming linier adalah metode untuk memecahkan masalah metode programming linier. Programming linier adalah teknik ilmu kontrol dalam menghasilkan cara yang optimal untuk mendapatkan tujuan batasan bawah yang berhubungan secara matematis yang bersifat linier (Maspaitella and Tupan, 2016).

2.3 Rumusan model mixed integer linear programming

$P(j)$: setiap produk dalam waktu proses- j (jam)

$S(j,k)$: jeda produk- j ke produk- k (jam) dalam maintenance antara produk

M : Big $M = 10000$

$X(i,j,k)$: nilai 1 jika produk- j dibuat sebelum produk- k untuk i : nilai 0.

$C(i,j)$: waktu berhenti dalam setiap produk- j pada lintasan- i (jam)

2.4 Penggunaan Model Mixed Integer Linear Programming

Untuk melakukan kegiatan penjadwalan, ada minimal satu tujuan yaitu (fungsi obyektif), hal ini dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut.

Meminimumkan $C_{\max}$

Maksimum waktu pada penyelesaian ($C_{\max}$) adalah waktu penyelesaian produk terakhir dengan nilai maksimum. Dinyatakan bahwa secara matematis sebagai berikut

$$C_{\max} C(i,k), \quad \forall_k$$

Batasan ini menunjukkan bahwa jumlah tidak boleh kurang dari waktu pemrosesan produk dan waktu pemasangannya dengan perbedaan diantara produk satu dengan produk sebelumnya. dapat dinyatakan secara sistematis sebagai berikut.

$$C(i,k) - c(i,j) + M(1-x(i,j,k)) \geq S(j,k) + P(k),$$

$$\forall_j, \forall_k, j \neq k, \forall_i$$

Batasan ini untuk menentukan bahwa produk k bisa langsung mendahului produk j akan tetapi hanya satu produk. dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum_j \sum_k ix(i,j,k) = 1, j \neq k$$

Batasan ini untuk menentukan produk k dapat dieksekusi hanya satu segera setelah produk j. dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum_k \sum_i ix(i,j,k) = 1, \quad \forall_j, j \neq k$$

Batasan berikut menentukan bahwa setiap produk diproses hanya sekali dalam satu langkah. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$X(i,j,k) = 0, \quad \forall_j, \forall_k \quad \forall_i, j = k$$

Batasan ini dipastikan hanya satu percobaan dalam setiap produk yang di proses. Dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$X(1,j,k) + X(2,h,j) \leq 1, \quad \forall_j, \forall_k \quad \forall_h, j \neq k \neq h$$

$$X(1,j,k) + X(2,k,h) \leq 1, \quad \forall_j, \forall_k \quad \forall_h, j \neq k \neq h$$

2.5 Mesin Tenun

Alat tenun merupakan mesin atau alat untuk menenun benang menjadi pakaian. Alat ini terdiri dari penenun konvensional, alat tenun mesin yang ditenun oleh tangan manusia, dan mesin mekanis (Industri, 2017).

2.6 Perhitungan setiap produk selama waktu pemrosesan

Proses perhitungan untuk menentukan waktu setiap produk dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_j = C_j / C_{jg}$$

$$P_j = \text{produk } j \text{ dalam waktu proses (jam)}$$

$$S_j = \text{produk } j \text{ yang harus di produksi (kodi)}$$

$$C_{jg} = \text{produk } j \text{ grup } g \text{ untuk menentukan kecepatan lintasan produksi (kodi/jam)} \quad (Pt, \text{ Kurnia and Sejati, 2018})$$

2.7 Software Lingo

Software Lingo adalah perangkat lunak pengoptimalan linier dan non-linier sederhana yang digunakan untuk menghitung, memecahkan, dan menganalisis berbagai masalah dengan cepat. Masalah optimasi sering diklasifikasikan sebagai masalah linier atau nonlinier tergantung pada apakah hubungan masalah tersebut linier terhadap variabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Panggung Jaya Indah merupakan perusahaan yang memproduksi sarung yang bermerek Sarung Mangga, di perusahaan ini mempunyai beberapa mesin tenun yaitu AJL, Picanol Rapier dan Jaguar. Mesin tenun AJL dan Picanol mempunyai kecepatan 900 RPM sedangkan Mesin tenun Rapier dan Jaguar mempunyai kecepatan 300 RPM.

Penjadwalan produksi dilakukan di Departemen PPIC, ada dua pasang jenis mesin pertenenan yaitu mesin AJL dan mesin Rapier. Ada dua lintasan mesin tenun yaitu lintasan 1 memproduksi sarung tenun biasa dengan kecepatan 900 rpm sedangkan lintasan 2 memproduksi sarung tenun semi kerajinan dengan kecepatan 300 rpm

Ada dua tugas dalam proses perawatan yaitu pembersihan dan perawatan mesin, karena mesin AJL memiliki jumlah putaran yang tinggi sehingga perlu perawatan rutin. Proses perawatan alat tenun AJL memakan waktu total 15 menit (0,25 jam) Jika seluruh proses ini terakumulasi dalam waktu, jadi dapat di simpulkan bahwa perawatan pada mesin AJL memerlukan waktu 7,5 jam (selaras dengan 1 shift waktu kerja).

Dalam tahap ini juga diidentifikasi input Tabel 2 menunjukkan program produksi pada bulan oktober 2022

Tabel 1. Program Produksi Sarung Bulan Oktober 2022

Mesin	No	Corak	Program Oktober 2022
Mesin AJL	1	Cabut Warna Reguler	8320
	2	Motif Mly	5000
	3	Motif TT + AFK	5850
	4	Motif Lokal	15730
Total			34900
Rapier	5	Kemb Rayon AFK	600
	6	Songket Kemb.lokal	1575
	7	Lain-lain	0
	8	Jaquard	450
	9	GD signature	450
Total			3075

Tabel 2 menunjukkan data lintasan dan kecepatan lintasan untuk lintasan 1 sedangkan Tabel 3 menunjukkan data lintasan dan kecepatan lintasan untuk 2

Tabel 2. Data Kecepatan Lintasan pada Lintasan 1

Lintasan 1		
AJL	20x1 Produk	210
Rapier	20x1 Produk	5
Total		215

Tabel 3. Data kecepatan pada Lintasan 2

Lintasan 2	(Kodi/jam)	
AJL	20x1 Produk	210
Rapier	20x1 Produk	5
Total		215

Tabel 4 menunjukkan data waktu kerja yangtersedia semala periode amatan.

Tabel 4. Data kecepatan pada lintasan

Bulan	Jam kerja dalam shift	Total shift dalam hari	Total Hari yang ada (hari)	Total Jam Kerja yang ada (jam)
Oktober 2022	8	3	31	744

Tabel 5. Data Waktu Proses

	Mesin	Jenis Produk	Perencanaan Produksi (kodi)	Volume Produksi Mesin (kodi/jam)	Waktu Proses (jam)
1	AJL	Cabut Wama Reguler	8320	110	75,64
2		Motif Mly	5000		45,45
3		Motif TT + AFK	5850		53,18
4		Motif Lokal	15730		143
5	Rapier	Kemb Rayon AFK	600	5	120
6		Songket Kemb.lokal	1575		315
7		Lain-lain	0		0
8		Jaquard	450		90

Matriks waktu maintenance produk proses penulisan syntak model linier progreming dapat mempermudah dalam proses penulisan.

Tabel 6. waktu maintenance pada produk.

		Produk (i)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0	0	0	0	0	
	2	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0	0	0	0	0	
	3	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0	0	0	0	0	
	4	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0 . 2 5	0	0	0	0	0	
P r o d u k (k)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	6	0	0	0	0	0	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	
	7	0	0	0	0	0	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	
	8	0	0	0	0	0	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	
	9	0	0	0	0	0	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	0 , 2 5	

Tabel 6 menghasilkan hubungan antara produk j dan k, dimana produk j menjadi pendulunya. Nilai yang diperoleh dari hubungan di antara keduanya mencerminkan jumlah waktu yang diperlukan untuk maintenance $S(j,k)$ jika terdapat perubahan jadwal.

3.1 Pengolahan Data

Pada bagian ini, pengolahan data yang diterima disajikan kepada perusahaan sesuai dengan pengumpulan data tersebut. Dengan menggunakan software LINGO 18 model dan perhitungan bisa dihasilkan secara optimal, dengan metode mixed linear programming.

Nilai parameter yang ada dapat ditentukan dengan model ini. Pada table 2 menunjukkan indeks produk $P(j)$ yang dihasilkan melalui proses waktu pada produk j , dimana indeks $j = 1, 2, 3, \dots, 7, 8, 9$ sesuai dengan data yang tersedia.

Tabel 7. Nilai $P(j)$ pada setiap Indeks

INDEKS j	Nilai
1	75,64
2	45,45
3	53,18
4	143
5	120
6	315
7	0
8	90
9	90

Pada parameter M , yang menghasilkan nilai Big M , dan nilainya ditetapkan bernilai 10.000.

Masalah perencanaan produksi alat tenun dan pengait AJL diselesaikan dengan komputer dengan perangkat lunak LINGO 18.0 (tak terbatas). Pada proses perhitungan ini, dari semua data seperti fungsi tujuan, dan fungsi batas dari permodel matematika linear mixed integer programming diubah menjadi syntex programming dengan bahasa matematis yang sesuai pada LINGO 18.0.

Formulasi Lingo

```
SETS:
lintasan/1..2/;;
job/1..9/:p;
variable1(job,job):S;
variable2(lintasan,job,job):X;
variable3(lintasan,job):C;
ENDSETS

DATA:
!data waktu produksi setiap produk untuk program bulanan;
p=    75.64
    45.45
    53.18
    143.00
    120.00
    315.00
    0.00
    90.00
```

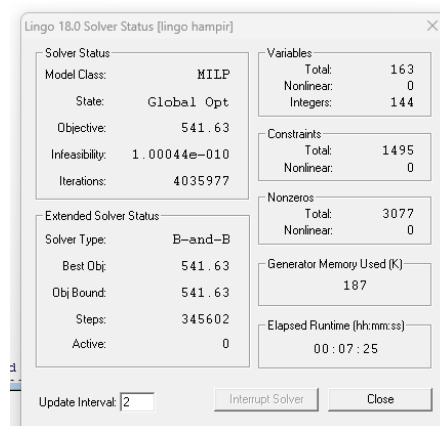
```

90.00;
!matriks waktu setup untuk setiap produk;
S=
0.25  0.25  0.25  0.25  0    0    0    0    0
0.25  0.25  0.25  0.25  0    0    0    0    0
0.25  0.25  0.25  0.25  0    0    0    0    0
0.25  0.25  0.25  0.25  0    0    0    0    0
0    0    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0    0    0    0.25  0.25  0.25  0.25
0    0    0    0    0    0.25  0.25  0.25  0.25
0    0    0    0    0    0.25  0.25  0.25  0.25
0    0    0    0    0    0.25  0.25  0.25  0.25;

ENDDATA

MIN=CMAX;
@for(lintasan(i):@for(job(k):CMAX>=C(i,k)));
@for(job(j):@for(job(k)|j#NE#k:@for(lintasan(i):C(i,k)-
C(i,j)+10000*(1-
X(i,j,k))>=(S(j,k)+p(k)))));
!untuk memastikan bahwa hanya satu job (j) yang mendahului secara
langsung job k;
@for(job(k):@sum(job(j)|j#NE#k:@sum(lintasan(i):X(i,j,k)))=1);
!untuk memastikan bahwa hanya satu job (k) yang dikerjakan secara
langsung setelah job j;
@for(job(j):@sum(job(k)|j#NE#k:@sum(lintasan(i):X(i,j,k)))=1);
!job hanya dikerjakan satu kali pada salah satu lintasan;
@for(job(j):@for(job(k)|j#EQ#k:@for(lintasan(i):X(i,j,k)=0)));
!job hanya dikerjakan di salah satu lintasan;
@for(job(j):@for(job(k):@for(job(h)|j#NE#k#NE#h:X(1,j,k)+X(2,h,j)<=
1)));
@for(job(j):@for(job(k):@for(job(h)|j#NE#k#NE#h:X(1,j,k)+X(2,k,h)<=
1)));
!batasan variabel biner;
@for(variable2(i,j,k):@BIN(X(i,j,k)));
END

```



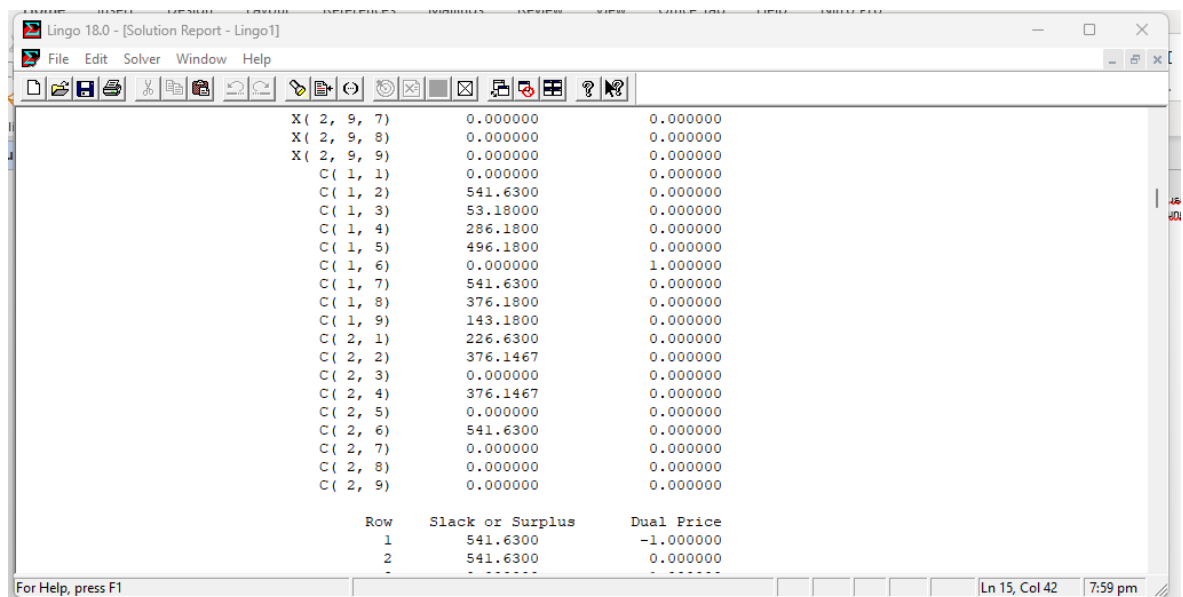
Gambar 1. LINGO 18.0 status permasalahan

Pada Gambar 2 dapat menunjukkan bahwa hasil variabel model ini ialah 163 variabel, dimana hasil variable integer menghasilkan 144, hasil constraints batasan yang diperoleh

model ialah 1495 limit, dan hasil nonzeros coefficient model ialah 1495 koefisien. Dengan jumlah variabel, kendala dan koefisien LINGO 18.0, diperoleh solusi dari model program linier bilangan bulat campuran sesuai dengan nilai fungsi tujuan untuk meminimalkan waktu eksekusi maksimum seluruh produk (penyelesaian maksimum). time/makespan) dengan total 4.035.977 iterasi. Dengan demikian, nilai waktu penyelesaian/makespan untuk permasalahan jadwal pengisian pelumas proses produksi yang dibahas dalam penelitian ini adalah 541,63 jam.

3.2 Hasil perhitungan mixed integer linear programming.

Pada hasil perhitungan model menggunakan mixed integer linear programming, menghasilkan nilai makespan selain itu diperoleh lintasan produksi dan urutan proses penjadwalan. Lintasan produksi pada urutan penjadwalan proses dapat dilihat pada hasil formulasi lingo dan table 8 berikut ini.



Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	541.6300	-1.000000
2	541.6300	0.000000

Gambar 2. Hasil lintasan produk

Tabel 8. Hasil tiap masing-masing lintasan dan urutan penjadwalan.

Urutan	Lintasan Produksi	
	L 1	L 2
1	2	6
2	5	4
3	8	1
4	9	7
5	3	-

Pada tabel di atas dapat diketahui urutan proses penjadwalan pada mesin L1 dimulai dari jenis Motif Mly kemudian Kemb Rayon AFK, jaguard, GD signature dan Motif TT + AFK. Sedangkan lintasan L2 Songket kembang lokal, motif lokal, cabut warna reguler dan lain-lain.

Global optimal solution found.
 Objective value: 541.6300 Objective bound: 541.6300
 Infeasibilities: 0.000000

```
Extended solver steps: 345602
Total solver iterations: 4035977
Elapsed runtime seconds: 444.57
Model Class: MILP
Total variables: 163
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 144
Total constraints: 1495
Nonlinear constraints: 0
Total nonzeros: 3077
Nonlinear nonzeros: 0
```

Nilai utilitas lintasan diperoleh dengan membandingkan hasil waktu lintasan yang diperoleh selama periode tersebut dihasil waktu maksimum yang diperoleh. Nilai utilitas berkisar antara 0-1. Berdasarkan informasi yang ada, diketahui total waktu tempuh dalam satu bulan adalah 744 jam. Selain itu hasil dari mixed integer linear programming dapat diketahui bahwa waktu pembuatan maksimum yang dihasilkan adalah 541,63 jam. Disimpulkan bahwa nilai utilitas sebesar 0,72.

Tabel 9 Nilai utilitas lintasan

Nilai maskepan (waktu/jam)	Waktu kerja yang tersedia	Nilai Utilitas lintasan
541,63	744	0.72

4. KESIMPULAN

Hasil dari penjadwalan produksi yang dihasilkan pada dua lintasan L1 dan L2 dengan menerapkan metode mixed integer linear programming dihasilkan urutan kegiatan pada setiap produk untuk setiap lintasan, berupa 2 – 5 – 8 – 9 – 3 untuk lintasan L1 dan produk 6 – 4 – 1 – 7 untuk lintasan L2.

Hasil dari nilai makespan tersebut dengan menggunakan penjadwalan dengan metode MILP sebesar 541,63 jam menghasilkan nilai utilitas sebesar 72,7%. Hasilnya menunjukkan bahwa ketercapaian lintasan dalam jangka waktu yang telah disediakan tidak mencapai 100%. Akan tetapi, waktu kerja yang tersedia sebanyak 744 jam, sedangkan waktu lintasan masih ada kapasitas sebanyak 202,37 jam yang bisa dipergunakan dalam memproduksi lebih banyak yang dihasilkan pada periode yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M. and Nandiroh, S. (no date) 'Optimasi perencanaan produksi dengan metode', pp. 133–143.
- Faris, M. (2019) 'Penjadwalan Pemeliharaan Trek Kereta dengan Metode Distributed Model Predictive Control', 8(2), pp. 188–195.
- Herlina, L., Ilhami, M.A. and Irman, A. (2021) 'Model optimasi penjadwalan pallet dan dunnage untuk meminimasi makespan', 7(1), pp. 1–5.
- Industri, F.T. (2017) 'Mesin Tenun Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) (Studi Kasus : Pt . Kesono Indonesia) Mesin Tenun Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) (Studi Kasus ':
- Karyawan, P. (2020) 'PENERAPAN METODE INTEGER LINEAR PROGRAMMING Pendahuluan Tinjauan Pustaka Penjadwalan', 4(1), pp. 63–73.
- Latief, F. and Suriyanti, D. (2023) 'Economics and Digital Business Review Analisis Perencanaan Produksi Dengan Metode Linear Programming Guna Memaksimalkan Keuntungan', 4(1), pp. 383–397.

- Maspaitella, B.J. and Tupan, J.M. (2016) '(STUDI KASUS PADA JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON', 10(1).
- Nadia, V., Dewi, D.R.S. and Sianto, M.E. (2017) 'Penjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya', *Widya Teknik*, 9(2), pp. 179–192. Available at: <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1420>.
- Pratiwi, F.R. *et al.* (no date) 'PENJADWALAN HYBRID FLOWSHOP DENGAN INTEGER LINEAR PROGRAMMING UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN (Studi Kasus : Pt . Dwisutra Setia Agung Surabaya) HYBRID FLOWSHOP SCHEDULING USING INTEGER LINEAR (Case Study : Pt . Dwisutra Setia Agung Surabaya)', pp. 940–951.
- Pt, D.I., Kurnia, L. and Sejati, M. (2018) 'USULAN PENJADWALAN PRODUKSI BENANG MENGGUNAKAN METODE NEH DAN METODE ALGORITMA JOHNSON UNTUK MEMINIMASI WAKTU PRODUKSI DI PT. LAKSANA KURNIA MANDIRI SEJATI Silvi Ariyanti 1) , Adianto 2) dan Ricky Miharja 3)', 6(3), pp. 157–164.
- Syahrullah, Y. and Izza, M.R. (2021) 'Integrasi Fmea Dalam Penerapan Quality Control Circle (Qcc) Untuk Perbaikan Kualitas Proses Produksi Pada Mesin Tenun Rapier', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(2), pp. 78–85. Available at: <https://doi.org/10.33884/jrsi.v6i2.2503>.
- Wahyudi, A.T. *et al.* (2021) 'Penjadwalan Produksi Job shop Mesin Majemuk Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Meminimalkan Makespan', 10(2).
- Wildan, W.R., Widha Setyanto, N. and Rahman, A. (no date) *PENJADWALAN PADA MESIN PARALEL IDENTIK UNTUK MEMINIMASI MAKESPAN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (Studi Kasus pada PT Pertamina Production Unit Gresik-Pelumas) SCHEDULING ON IDENTICAL PARALLEL MACHINES TO MINIMIZE THE MAKESP.*
- Wirdianto, E. and Arnes, E.C. (2018) 'Jurnal Optimasi Sistem Industri Model Zero-One Linear Programming untuk Penjadwalan Raw Mill dan Cement Mill', 1, pp. 64–74. Available at: <https://doi.org/10.25077/josi.v17.n1.p64-74.2018>.