

OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN METODE GUPTA

OPTIMIZATION OF CRUDE PALM OIL PRODUCTION SCHEDULING WITH GUPTA METHOD

Widi Ihdina Nabilla^a, Rina Filia Sari^b

^a Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan
widihdinanabilla@gmail.com

^b Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan
rinafiliasari@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Penjadwalan adalah proses mengendalikan, mengatur, dan memaksimalkan suatu pekerjaan serta beban kerja dalam proses produksi, yang bertujuan untuk meminimalkan waktu proses produksi. Penelitian ini berisi tentang penjadwalan produksi minyak kelapa sawit dengan menghitung waktu produksi setiap *job*, dengan mencari nilai *makespan* yang optimal di salah satu PT. Perkebunan Nusantara. Untuk mengoptimalkan penjadwalan mesin digunakan metode GUPTA. Penelitian ini menghasilkan penjadwalan produksi pada mesin dengan urutan J2-J3-J5-J4. Dengan metode GUPTA nilai *makespan (overtime)* yang dihasilkan 920 menit sedangkan dari perusahaan nilai *makespan (overtime)* nya 840 menit.

Kata Kunci : Optimasi, Penjadwalan Produksi, GUPTA, *Makespan*, *Flowshop*

ABSTRACT

Scheduling is the process of controlling, managing and maximizing a job and workload in the production process, which aims to minimize the time of the production process. This research contains the scheduling of palm oil production by calculating production time of each job, by finding the optimal makespan value in one of the Archioelago Plantation. To optimize machine scheduling the GUPTA method is used. The resulted in production schedulling on machines is J2-J3-J5-J5. With GUPTA Method, the value of makespan (overtime) is 920 minutes. The company value of makespan (overtime) is 840 minutes.

Keywords : Optimization, Production Scheduling, GUPTA, *Makespan*, *Flowshop*

PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari tumbuhan kelapa sawit. Minyak kelapa sawit ialah bahan baku pembuatan minyak goreng, margarin,

parafin, perawatan badan dan perawatan kecantikan.

Produksi minyak kelapa sawit terbanyak pada tahun 2018 berasal dari perkebunan besar swasta sebesar 25,44 juta ton ataupun senilai 59,32%. Produksi

terbanyak berikutnya dari perkebunan rakyat yang jumlah produksinya menggapai 15,30 juta ton ataupun senilai 35,67%. Produksi minyak kelapa sawit terkecil dihasilkan oleh perkebunan besar negeri yang mempunyai jumlah produksi sebesar 2,15 juta ton ataupun senilai 5,01%. Produksi minyak kelapa sawit terbanyak pada tahun 2019 berasal dari perkebunan besar swasta sebanyak 30,06 juta ton ataupun senilai 62,08%. Produksi terbanyak berikutnya dari perkebunan rakyat yang jumlah produksinya mencapai 16,22 juta ton ataupun senilai 33,51%. Produksi minyak kelapa sawit terkecil dihasilkan oleh perkebunan besar negeri yang mempunyai jumlah penciptaan sebesar 2,13 juta ton ataupun senilai 4,41%.

Proses produksi kelapa sawit diawali dengan mengelolah bahan baku berupa tandan buah segar (TBS). Proses pengolahan TBS pada umumnya bertujuan agar memperoleh minyak dengan kualitas terbaik, tingkatan keasaman yang sangat rendah, serta minyak yang dapat dipucatkan. Proses tersebut melewati waktu yang panjang serta membutuhkan pemantauan yang baik, diawali dari pengangkutan brondolan ataupun TBS dari tempat pengangkutan hasil hingga menghasilkan minyak kelapa sawit. Berikut tahapan proses produksi minyak kelapa sawit :

1) Perebusan Tandan

TBS ditimbang setelah itu dipindahkan ke dalam *boiler* tempat rebusan yang terbuat dari bahan plat baja berlubang (*cage*), kemudian dimasukkan ke dalam *sterilizer* yaitu bejana alat perebusan selama 90 menit. Proses perebusan bertujuan agar mematikan enzim-enzim yang bisa merendahkan kualitas minyak.

2) Perontokan Buah dari Tandan

Pada tahap ini proses perontokan buah yang masih melekat di tandan, setelah itu dikumpulkan lalu dibawa oleh *digester*. Bertujuan agar memisahkan antara brondolan (*fruilet*) dari tangkai tandan.

3) Pengolahan Minyak dari Brondolan

Buah dibawa oleh *Fruit Conveyor* lalu dimasukkan ke dalam *digester* agar buah tersebut lepas dari biji. Dalam proses *digester* (pengadukan) menggunakan bantuan uap dengan temperatur stabil dan normal antara 100° – 130°C. Setelah selesai lalu dimasukkan ke pengepresan *Scew Press* (alat pengepresan) supaya minyak terpisah dari biji. Saat proses pengepresan diperlukan tambahan suhu antara 10% - 15% terhadap kapasitas jumlah pengepresan. Maka hasil dari pengepresan tersebut dapat menghasilkan minyak agresif (kasar) dan ampas beserta biji.

4) Proses Pemurnian

Minyak dari *oil tank* dialirkan ke *Oil Purifer* buat memisahkan sisa kotoran yang mempunyai kandungan air. Setelah itu dialirkan ke *Vacuum Drier*. Setelah itu melewati *Sarvo Balance*, sampai minyak kelapa sawit dipompa melalui *Oil Storage Tank* (tangkit timbun).

Proses tersebut dilakukan menggunakan mesin yang bekerja secara berurutan tahap demi tahap. Proses tersebut dinamakan *flowshop*. Proses produksi dilakukan memakai lebih dari 2 tipe mesin dengan tipe berbeda. Satu mesin hanya bisa digunakan buat mengerjakan satu tipe proses. Untuk mengoptimalkan hasil produksi maka dibutuhkan adanya perencanaan dan penjadwalan yang tepat oleh perusahaan.

Penjadwalan bermanfaat untuk mengoptimalkan waktu sehingga efektif serta efisien. Dalam penjadwalan produksi minyak kelapa sawit terjalin proses alokasi sumber daya (mesin) dalam melaksanakan serangkaian tugas pada periode tertentu, oleh karena itu penjadwalan dirancang berdasarkan sifat (karakteristik) proses produksi.

Untuk mengoptimalkan penjadwalan mesin pada penelitian ini digunakan metode GUPTA. Metode GUPTA dapat digunakan untuk meminimalkan *makespan*. Metode

GUPTA dapat menentukan nilai *index* untuk tiap pekerjaan serta dapat mengurutkan pekerjaan dengan ketentuan nilai *index* menaik (*increasing index value*) dan menentukan nilai *Cmax*. Metode GUPTA dapat menyelesaikan permasalahan mesin yang berjumlah lebih dari dua dengan melakukan penggabungan waktu untuk setiap proses pada mesin awal dengan mesin selanjutnya, sehingga dapat menentukan nilai yang paling optimal.

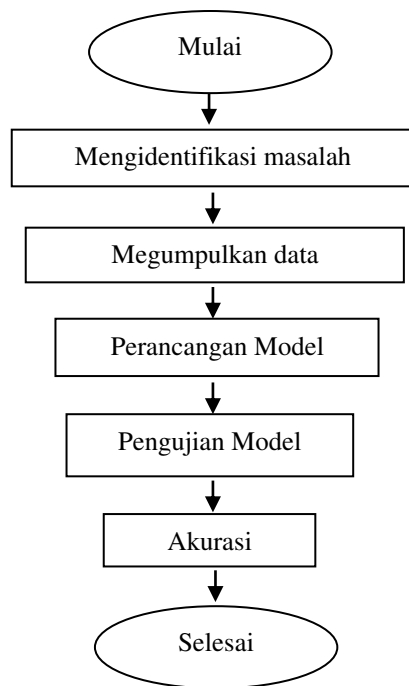
Berdasarkan rumusan masalah terkait penjadwalan produksi minyak kelapa sawit, maka tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan penjadwalan produksi minyak kelapa sawit menggunakan metode GUPTA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan disalah satu PT. Perkebunan Nusantara dengan melalui langkah sesuai urutan alur yang sudah dibuat dan dilakukan. Penelitian ini melalui tahapan mulai dari survei lapangan, mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, perancangan model, pengujian model, akurasi, sampai penulisan laporan.

Penelitian ini adalah penelitian terapan, dilakukan dengan menelaah sumber yang berkaitan dengan penelitian terdahulu, buku, jurnal terdahulu yang berkaitan. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder

yaitu berupa bukti, catatan atau laporan yang telah tersusun dan diperoleh dari perusahaan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Mengumpulkan data yang digunakan untuk menghitung waktu proses penjadwalan produksi. Pada penelitian ini data yang digunakan pada tahun 2021.
2. Menghitung waktu proses penjadwalan produksi setiap *job* pada mesin bersumber pada rencana kerja yang diperoleh serta perhitungan yang sudah didapat dari perusahaan.
3. Membentuk model matematika pada penjadwalan produksi tipe *flowshop*. Model matematika ini bertujuan untuk memastikan penjadwalan produksi yang optimal dengan nilai *makespan* yang minimum.

4. Membuat perhitungan data yang sudah dikumpulkan menggunakan Microsoft Excel.
5. Hasil yang diperoleh dari penjadwalan produksi yaitu total waktu secara optimal serta *makespan* yang paling minimum.

Dalam penelitian ini langkah metode GUPTA dapat menentukan nilai *index* untuk setiap *job*. Urutan *job* terbaik akan memastikan nilai C_{max} (*makespan*) dari setiap urutan mesin dalam mengidentifikasi suatu urutan *job*, terdapat *possibility* bahwasannya jumlah urutan yang lebih dari satu, maka setiap urutan akan dihitung *duration time*, *start time*, dan *ready time* dalam masing-masing mesin. *Final output* ialah nilai C_{max} pada mesin terakhir, yaitu dengan mengakumulasikan nilai *ready time* dari masing-masing *job* pada mesin terakhir. Ada juga urutan *job* tersebut diperoleh dari perhitungan nilai *index* dalam masing-masing *job* pada setiap mesin. Urutan *job* ialah urutan nilai *index* dari yang terkecil sampai terbesar dalam satu kali perhitungan nilai *index*. Pola nilai *index* memperbolehkan membentuk satu ataupun lebih urutan *job*, tergantung pada kuantitas nilai *index* yang parallel, semakin banyak nilai parallel, maka akan menjadi banyak jumlah urutan *job*. Model sistematis permasalahan ini dirumuskan untuk menemukan solusi optimal dalam

masalah penjadwalan *job* pada mesin produksi.

Metode GUPTA

Metode heuristik dikemukakan oleh GUPTA pada tahun 1972. Metode GUPTA pada umumnya digunakan pada permasalahan jumlah mesin yang lebih dari 2, sebab metode ini menggabungkan masing-masing proses mesin waktu awal dan proses mesin waktu selanjutnya untuk mencari nilai yang sangat minimum dan hanya dapat digunakan pada penjadwalan *flowshop* murni.

Kelebihan dari metode GUPTA ialah dapat menentukan penjadwalan dengan memusatkan pada satu kelompok mesin, sedangkan kekurangan dari GUPTA yaitu hanya dapat menyelesaikan kasus untuk lebih dari 2 mesin saja. Langkah pengerjaan pada metode GUPTA ialah:

1. Tampilkan data waktu pada mesin
2. Jumlahkan setiap waktu proses mesin pada *job* secara berurutan
(P1+P2),(P2+P3),(P3+P4)...(P(m-1)+Pm)
m = total mesin proses.
3. Memilih nilai minimum pada penjumlahan
4. Menentukan nilai e_i

$$P_{i1} < p_{im} \text{ maka } e_i = 1$$

$$P_{i1} \geq p_{im} \text{ maka } e_i = -1$$

$$P_{ij} = \text{waktu } \textit{job} \textit{ j pada mesin}$$
5. Menghitung nilai s_i

$$s_i = e_i / \min(P1+P2, P2+P3, P3+P4, P4+Pm \dots)$$

6. Mengurutkan nilai s_i dari setiap *job*. *Job* dengan nilai s_i paling besar mendapat urutan pengerjaan pertama, dan seterusnya, sehingga urutan pengerjaan diakhiri dengan *job* nilai s_i terkecil.

7. Dari hasil urutan pengerjaan yang diperoleh, dapat dihitung nilai *makespan* minimum setiap urutan.

Metode GUPTA dapat menentukan nilai *index* pada setiap *job*, setelah itu mengurutkan ke-4 *job* tersebut sesuai ketentuan urutan nilai *index* menaik (*increasing index value*), dan menentukan nilai *Cmax*. Langkah-langkah penjadwalan mesin dengan metode GUPTA :

1. Menentukan nilai *index* untuk setiap *job*

$$F_{(i)} = \min \left(\frac{A}{t_{im} - t_{im+1}} \right)$$

Ket :

$F(i)$ = Nilai *index* pada *job* ke- i

A = *Index*, Apabila waktu mesin i *job* ke $i >$ mesin i *job* ke $i+1 = 1$

Apabila waktu mesin i *job* ke $i <$ *job* ke $i+1 = -1$

t_{im} = Waktu mesin i pada *job* ke- i

t_{im+1} = Waktu mesin i pada *job* ke $i+1$

2. Mengurutkan nilai *index* dari setiap *job* dengan aturan mengurutkan nilai *index* terendah ke nilai *index* paling tinggi (*increasing index value*)

3. Menentukan nilai *Cmax*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perancangan dan pengujian yang digunakan berupa penjadwalan produksi dan waktu setiap *job* akan dijabarkan sebagai berikut

Tabel 1. Data waktu *job* setiap mesin

Job/Mesin	Waktu Proses (menit)			
	M1	M2	M3	M4
2	15	120	90	60
3	15	30	10	60
4	20	30	30	10
5	60	60	45	30

Untuk menentukan nilai indeks, maka digunakan persamaan $F_{(i)} = \min\left(\frac{A}{t_{im} - t_{im+1}}\right)$

.Untuk $i=2$, maka

$$\begin{aligned} F_{(2)} &= \min\left(\left(\frac{A}{t_{2,1} - t_{2,2}}\right)\left(\frac{A}{t_{2,2} - t_{2,3}}\right)\left(\frac{A}{t_{2,3} - t_{2,4}}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{15 - 120}\right)\left(\frac{1}{120 - 90}\right)\left(\frac{1}{90 - 60}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{-105}\right)\left(\frac{1}{30}\right)\left(\frac{1}{30}\right)\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{(3)} &= \min\left(\left(\frac{A}{t_{3,1} - t_{3,2}}\right)\left(\frac{A}{t_{3,2} - t_{3,3}}\right)\left(\frac{A}{t_{3,3} - t_{3,4}}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{15 - 30}\right)\left(\frac{1}{30 - 10}\right)\left(\frac{1}{10 - 60}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{-15}\right)\left(\frac{1}{20}\right)\left(\frac{1}{-50}\right)\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{(4)} &= \min\left(\left(\frac{A}{t_{4,1} - t_{4,2}}\right)\left(\frac{A}{t_{4,2} - t_{4,3}}\right)\left(\frac{A}{t_{4,3} - t_{4,4}}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{20 - 30}\right)\left(\frac{1}{30 - 30}\right)\left(\frac{1}{30 - 10}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{-10}\right)\left(\frac{1}{0}\right)\left(\frac{1}{20}\right)\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{(5)} &= \min\left(\left(\frac{A}{t_{5,1} - t_{5,2}}\right)\left(\frac{A}{t_{5,2} - t_{5,3}}\right)\left(\frac{A}{t_{5,3} - t_{5,4}}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{60 - 60}\right)\left(\frac{1}{60 - 45}\right)\left(\frac{1}{45 - 30}\right)\right) \\ &= \min\left(\left(\frac{1}{0}\right)\left(\frac{1}{15}\right)\left(\frac{1}{15}\right)\right) \end{aligned}$$

Tabel 2. Data nilai *index* setiap *job* mesin

No	Job	Index
1	2	1/105
2	3	1/50
3	4	1/10
4	5	1/15

Berdasarkan tabel 2 diatas, maka diperoleh nilai *index* dari terendah ke nilai *index* paling tinggi (*increasing index value*) yaitu :

$$J2 - J3 - J5 - J4$$

Tabel 3. Menentukan *Cmax* (*makespan*)

Job	Mesin 1		Mesin 2		Mesin 3		Mesin 4	
	M	S	M	S	M	S	M	S
2	0	15	20	140	145	235	240	300
3	360	375	380	410	415	420	425	485
5	545	605	610	670	675	720	725	755
4	815	835	840	870	875	905	910	920

$$\text{Makespan} = 920 \text{ menit}$$

$$\text{Mean Flow Time} = 615 \text{ menit}$$

Tabel 4. Urutan *Job*

Job/Mesin	Waktu Proses (menit)			
	M1	M2	M3	M4
2	15	140	235	300
3	375	410	420	485
5	605	670	720	755
4	835	870	905	920

Pada periode ini urutan *job* menghasilkan nilai *makespan* 920 menit. Jadwal operasional yang telah ditentukan yaitu 25 hari dalam satu bulan maka 920 menit x 25 hari = 23000 menit. Perusahaan menerapkan 14 jam sehari selama 25 hari, maka waktu yang dimiliki perusahaan yaitu 14 jam x 60 menit x 25 hari = 21000 menit. Jika perusahaan menerapkan metode ini maka akan mengalami *overtime* 2000 menit karena *makespan* dengan metode GUPTA masih melebihi *due date*. Maka hal tersebut dapat diselesaikan dengan menambah jam kerja agar menutupi *overtime*.

KESIMPULAN

Penelitian ini membahas tentang penjadwalan produksi minyak kelapa sawit dengan merancang urutan *job*. Waktu untuk setiap *job* dijadikan sebagai acuan untuk melakukan analisis dan mengolah data dalam menghasilkan urutan *job* yang optimal. Dengan melakukan penghitungan C_{max} dari metode GUPTA, didapatkan rekap tabel nilai indikator *makespan* dan *Mean Flow Time*.

Urutan *Job* J2-J3-J5-J4 yang didapatkan melalui perhitungan C_{max} dari metode GUPTA adalah urutan stabilitas *job* yang paling efisien dengan nilai 920 menit dan *mean flow time* 615 menit.

Keberlanjutan perusahaan yang selama ini telah berjalan bisa jadi tidak membutuhkan input dan *improvisasi*, tetapi *sustainability* dari proses *continious improvement* merupakan kunci sukses sebuah industri dan selalu meningkatkan perbaikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada salah satu PT. Perkebunan Nusantara yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian. Serta kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan & Pramestari. 2018. *Analisis Penjadwalan Produksi Produk Oxygen Sensor dengan Method Heuristic GUPTA dan Campbell Dudek Smith di PT.Denso Indonesia*. Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia, Vol 2, No 3, November 2018.
- C Mashuri, dkk. 2021. *Analisis Perbandingan Metode Campbell Dudek Smith dan GUPTA Untuk Optimasi Penjadwalan Produksi*.

- Generation Journal, Vol 5, No 1, Januari 2021.
- C Mashuri, dkk. 2020. *Sistem Optimasi Penjadwalan Mesin Produksi Menggunakan Metode GUPTA Berbasis Android*. Jurnal Sistem Informasi, Vol 1, Maret 2020.
- Dwi & Abdul. 2018. Penjadwalan Flow Shop Job M Dengan Metode First Come First Served (FCFS), Earliest Due Date (EDD) dan Algoritma Heuristik Pour. Spektrum Industri, Vol 16, No 1.
- Fathurrohman, dkk. 2020. *Optimasi Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Campbell Dudek Smith*. Jurnal Industri Xplore, Vol 5, No 2, September 2020.
- Hadi Dahlan. 2022. *Penjadwalan Produksi Untuk Meminimalkan Makespan Dengan Metode Palmer, Gupta, Dannebring di CV Sumber Baja Perkasa*.
- Heri Hibowo, dkk. 2017. *Penjadwalan Produksi Crude Palm Oil (CPO) dan Kernel Pada Mesin Digester Dengan Menggunakan Metode Indikator*. Jurnal Institut Teknologi Nasional Malang, 4 Pebruari 2017.
- Luviana & Diah. 2018. *Analisis Penjadwalan Produksi Produk Oxgen Sensor Dengan Metode Heuristic GUPTA dan Campbell, Dudek, and Smith di PT. Denso Indonesia*. Jurnal IKRA-ITH Teknologi, Vol 2, No 3.
- Marie & Elis. 2017. *Penjadwalan Optimal Tipe Produksi Flowshop Dua Tahap Menggunakan Metode Branch and Bound Dengan Memperhatikan Waktu Transportasi*. Jurnal Kubik Matematika, Vol 2, No 1.
- T Viridya & Radiyan. 2018. *Pembangunan Sistem Pendukung Keputusan Optimasi Penjadwalan Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Genetika*. Jurnal Teknik dan Informatika, Vol 5, No 2.