

Penjadwalan Produksi Dengan Metode *Tabu Search* Menggunakan *Software VBA Macro Excel* Di PT Citra Abadi Sejati

Suci Mardiani

Abstrak: PT Citra Abadi Sejati merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang garmen. Dalam proses produksi pembuatan pakaian jaket terdapat permasalahan yaitu target perusahaan yang tidak tercapai yang disebabkan oleh penjadwalan produksi yang belum optimal sehingga mengakibatkan adanya penambahan waktu kerja maupun hari kerja. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menentukan penjadwalan produksi yang optimal dan untuk mengurangi nilai *makespan* yang terlalu besar pada penjadwalan produksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode algoritma *tabu search* yang merupakan teknik pemecahan permasalahan penjadwalan. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil urutan proses produksi yaitu 3-2-1 dan 2-3-1 menghasilkan nilai *makespan* sebesar 331,95 menit.

Kata Kunci—*Makespan, Penjadwalan Produksi, Tabu Search, Urutan Proses.*

Abstract: PT Citra Abadi Sejati is a manufacturing company that works in the garment sector. In the production process of making jacket clothes, there are problems, namely company targets that are not achieved due to inadequate production scheduling resulting in additional working time and working days. The purpose of this research is to determine the optimal production scheduling and to reduce the value *makespan* which is too big in the production scheduling. The method used in this research is the algorithm method, *taboo search* which is a scheduling problem solving technique. Based on the data processing that has been done, the results of the production process sequence, namely 3-2-1 and 2-3-1, produce a value *makespan* of 331.95 minutes.

Keywords—*Makespan, Production Scheduling, Tabu Search, Process Order.*

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering terjadi pada PT Citra Abadi Sejati adalah target perusahaan yang tidak tercapai sehingga mengakibatkan adanya penambahan waktu kerja maupun hari kerja. Hal ini disebabkan oleh kurang optimalnya penjadwalan proses produksi yang diterapkan oleh perusahaan sehingga dapat berdampak kepada operator dengan adanya penambahan waktu kerja maupun konsumen yang dapat kecewa dikarenakan produk melewati batas yang ditentukan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menentukan penjadwalan produksi yang optimal dan untuk mengurangi nilai *makespan* yang terlalu besar pada penjadwalan produksi.

PT Citra Abadi Sejati merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi produk

jaket bermerek *Hugo Boss* yang terdiri dari tiga jenis *style* produk jaket (*Baltino*, *Cynos*, dan *Chorus*). Dalam proses pembuatan tiga jenis *style* jaket menggunakan mesin dan jumlah mesin yang berbeda-beda. Untuk mengoptimalkan penjadwalan proses produksi pada penelitian ini menggunakan metode algoritma *tabu search*. Adapun data terealisasi produksi dengan target perusahaan pada penelitian ini sebagai berikut :

TABEL I
DATA PRODUKSI 21 SEPTEMBER 2019-21 SEPTEMBER 2020

Periode	Style	Target Perusahaan (Unit)	Realisasi Produksi (Unit)	Selisih (Unit)
September 2019	H1	2510	2210	300
	H2	1120	890	230
	H3	585	495	90
Oktober 2019	H1	2560	2240	320
	H2	1135	900	235
	H3	600	515	85
November 2019	H1	2575	2285	290
	H2	1145	885	260
	H3	580	485	95
Desember 2019	H1	2555	2245	310
	H2	1160	920	240
	H3	595	508	87
Januari 2020	H1	2706	2421	285
	H2	1200	1005	195
	H3	610	515	95
Februari 2020	H1	2685	2325	360
	H2	1240	1057	183
	H3	630	538	92
Maret 2020	H1	2725	2380	345
	H2	1255	1005	250
	H3	680	591	89
April 2020	H1	2660	2308	352
	H2	1265	1020	245
	H3	690	597	93
Mei 2020	H1	2670	2390	280
	H2	1195	985	210
	H3	680	585	95
Juni 2020	H1	2745	2400	345
	H2	1170	935	235
	H3	665	574	91
Juli 2020	H1	2685	2415	270
	H2	1285	1070	215
	H3	700	620	80
Agustus 2020	H1	2695	2315	380
	H2	1239	994	245
	H3	685	588	97
September 2020	H1	2675	2365	310
	H2	1248	1008	240
	H3	690	595	95

Sumber: Data PT Citra Abadi Sejati

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan target perusahaan yang tidak tercapai dengan terealisasinya perusahaan berdasarkan tiga *job* tersebut.

TABEL II
DATA WAKTU PROSES PRODUKSI

Job	Mesin (menit)								Total <i>makespan</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	82,8	1,6	0	0	0	5,4	7,5	1	98,3
2	150,05	2	0	1,2	6,5	6,2	12,43	0	178,38
3	83,6	3,2	4,3	3	3,5	1,4	5,03	0	104,03
Total <i>makespan</i>	316,45	6,8	4,3	4,2	10	13	24,96	1	380,71

Sumber: Data PT Citra Abadi Sejati

Berdasarkan tabel tersebut nilai *makespan* yang dimiliki perusahaan cukup besar yang didasari pada Tabel I dimana realisasi perusahaan masih belum mencapai target, oleh karena itu diperlukannya suatu metode untuk meminimalkan *makespan* perusahaan dengan cara mengoptimalkan urutan proses produksi antara *job* dengan mesin yang digunakan.

II. METODE DAN PROSEDUR

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode algoritma *tabu search* dengan menggunakan *software vba macro excel*. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang belum optimal dengan meminimalkan nilai *makespan* yang terlalu besar pada penjadwalan produksi.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data-data yang diperlukan, adapun datanya sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Pengumpulan data ini digunakan menganalisa permasalahan yang akan dilakukan terhadap masalah yang dihadapi. Pengumpulan data yang dilakukan yaitu adanya permasalahan pada proses produksi jaket *style Baltino*, *Cynos*, dan *Chorus* dalam penyelesaian produk yang masih mengalami keterlambatan

2. Studi Lapangan

a. Wawancara

Mewawancarai secara langsung kepala HR *Departement*, Kepala divisi *Industrial Engineering*, Staff *Industrial Engineering*, dan seluruh karyawan produksi.

b. Observasi

Penelitian ini dilakukan secara langsung dibagian produksi PT Citra Abadi Sejati Unit Bogor dengan mengamati berlangsungnya proses produksi yang berjalan.

3. Data Primer

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data jam kerja, data pemesanan periode 21 September 2019 sampai 21 September 2020, data urutan proses operasi, data jumlah mesin, dan data jumlah produk.

Penjadwalan merupakan rencana pelaksanaan jangka pendek dari model perencanaan produksi. Penjadwalan merupakan masalah pengalokasian mesin ke pekerjaan yang bersaing dari waktu ke waktu, tergantung pada batasannya. Permasalahan dalam penjadwalan yaitu mengasumsikan sejumlah pekerjaan tetap dan setiap pekerjaan memiliki parameternya sendiri (yaitu, tugas, batasan sekuensial yang diperlukan, perkiraan waktu untuk setiap operasi dan sumber daya yang diperlukan). (Felice, dkk, 2013: 129).

Penjadwalan produksi merupakan penentuan order-order mana yang telah benar-benar siap untuk memulai pengerjaannya pada masing-masing stasiun kerja jika periode atau jadwal eksekusi dalam *job order* telah tiba. (Sinulingga, 2009: 183).

Algoritma *tabu search* merupakan suatu jenis algoritma yang termasuk kedalam jenis algoritma sub-optimal, jenis algoritma yang memberikan suatu solusi yang mendekati optimal. Ide dasar dari algoritma *tabu search* adalah mencegah proses pencarian dari *local search* agar tidak melakukan pencarian. (Felice, dkk, 2013: 149).

Microsoft Visual Basic for Applications (VBA) adalah sebuah turunan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan dirilis pada tahun 1993. VBA adalah hasil kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (*Visual Basic Editor*) dengan bahasa pemrograman (*Visual Basic*) yang memudahkan *user* untuk mendesain dan membangun program *Visual Basic* dalam aplikasi utama *Microsoft Office*, serta aplikasi-aplikasi tertentu. VBA didesain untuk melakukan beberapa tugas, seperti membuat alternatif spesifikasi sebuah aplikasi seperti *Microsoft Office* atau *Microsoft Visual Studio*. (Defri, dkk 2008: 24).

Beberapa definisi yang digunakan dalam penjadwalan produksi sebagai berikut: (Ginting, 2009: 12).

1. *Processing Time* (t_i)

Merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan. Dalam waktu proses ini sudah termasuk waktu yang dibutuhkan untuk persiapan dan pengaturan (*set-up*) selama proses berlangsung.

2. *Due-Date* (d_i)

Merupakan batas waktu di mana operasi terakhir dari suatu pekerjaan harus selesai. *Due date* merupakan batas waktu yang ditentukan untuk tugas yang telah lewat, yang akan dinyatakan dengan terlambat.

3. *Slack time* (SL_i)

Merupakan waktu tersisa yang muncul akibat dari waktu prosesnya lebih kecil dari *due-datenya*.

$$SL_i = d_i - t_i$$

Slack merupakan ukuran perbedaan antara waktu sisa dari batas waktu tugas dengan waktu prosesnya (*processing time*). *Slack* dinyatakan dengan SL_i : $SL_i = d_i - t_i$.

4. *Flow time* (F_i)

Flow time merupakan rentang waktu antara satu titik di mana tugas tersedia untuk diproses dengan suatu titik ketika tugas tersebut selesai.

5. *Completion Time* (C_i)

Merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan mulai dari saat tersedianya pekerjaan ($t=0$) sampai pada pekerjaan tersebut selesai dikerjakan.

6. *Lateness* (L_i)

Merupakan selisih antara *Completion Time* (C_i) dengan *due datenya* (d_i).

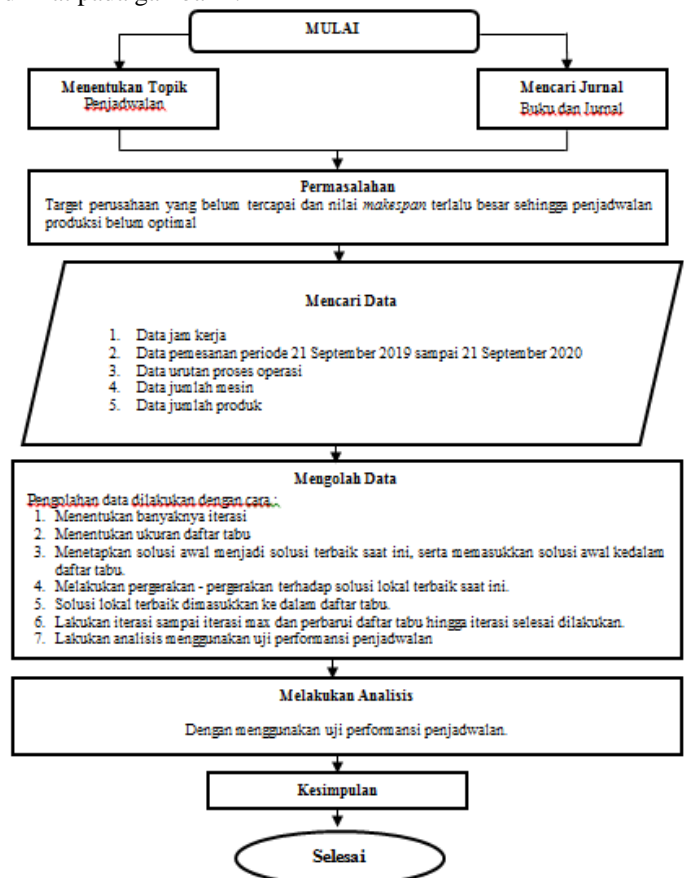
7. *Tardiness* (T_i)

Merupakan ukuran waktu terlambat yang bernilai positif jika suatu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat dari *due datenya*, pekerjaan tersebut akan memiliki keterlambatan yang negatif.

8. *Makespan* (M)

Merupakan total waktu penyelesaian pekerjaan-pekerjaan mulai dari urutan pertama yang dikerjakan pada mesin atau *work center* pertama sampai kepada urutan pekerjaan terakhir pada mesin atau *work center* terakhir.

Penyusunan penelitian penjadwalan produksi yang bertujuan mengoptimalkan nilai *makespan* perusahaan dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Penelitian
Sumber: Pengolahan Data

Berikut ini langkah-langkah dalam penyelesaian penjadwalan produksi dengan metode *tabu search*:

Langkah 1 : Menentukan banyaknya iterasi yang akan dilakukan pada *tabu search* dengan rumus :

$$\frac{n(n-1)}{2} - 1$$

Keterangan :

n = Banyaknya *job* yang akan diurutkan

Langkah 2 : Menentukan ukuran daftar *tabu* dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tabu solusi} = \sqrt{N}$$

Keterangan :

N = Total *job*

Langkah 3 : Menetapkan solusi awal menjadi solusi terbaik saat ini, serta memasukkan solusi awal kedalam daftar *tabu*.

TABEL III
DAFTAR *TABU*

	Daftar <i>Tabu</i>	
	1	2
Iterasi	0	1
	1	-
Urutan <i>job</i>	2	-
	3	-

Langkah 4 : Melakukan pengolahan data dengan menggunakan *software VBA Macro Excel* sebagai berikut :

1. *Membuka* Microsoft Excel



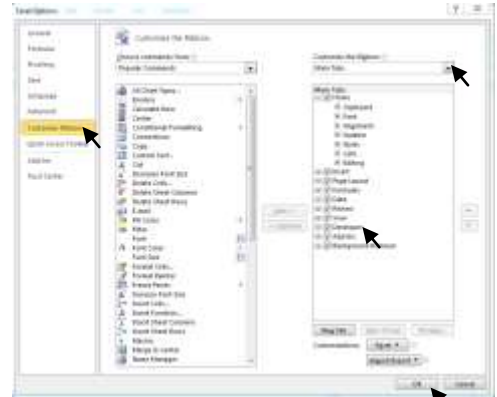
Gambar 2. Microsoft Excel
Sumber: Pengolahan Data

2. *Klik file* pada menu bar lalu pilih *options*



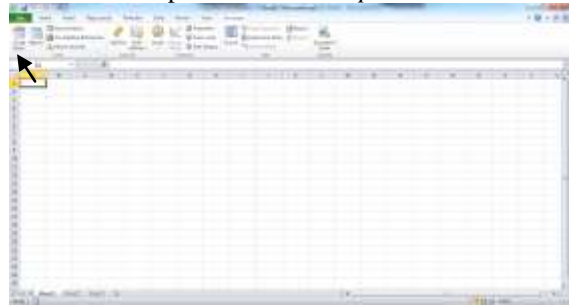
Gambar 3. Microsoft Excel
Sumber: Pengolahan Data

3. *Klik customize ribbon* kemudian beri tanda “✓” *developer* pada *main tabs* kemudian klik OK



Gambar 4. Microsoft Excel
Sumber: Pengolahan Data

4. *Klik visual basic* pada menu *developer*



Gambar 5. Microsoft Excel
Sumber: Pengolahan Data

5. *Tampilan Software VBA Macro Excel*



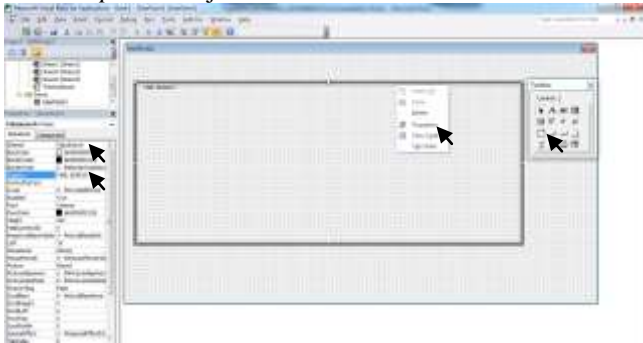
Gambar 6. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

6. *Klik insert* pada menu bar kemudian pilih *userform*



Gambar 7. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

7. Pada *toolbox* pilih *frame* kemudian klik kanan pada *frame* lalu pilih *properties*. Pada *properties* ganti *name* dan *caption* menjadi Tabu Search



Gambar 8. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

8. Pada *toolbox* pilih label kemudian klik kanan pada label lalu pilih *properties*. Pada *properties* ganti *name* dan *caption* menjadi Job.



Gambar 9. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

9. Lakukan untuk semua *sub-sub* pengolahan data seperti pada langkah pada gambar 9.



Gambar 10. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

10. Pada *toolbox* pilih *text box* kemudian klik kanan pada label lalu pilih *properties*. Pada *properties* ganti *name* menjadi job 1.



Gambar 11. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

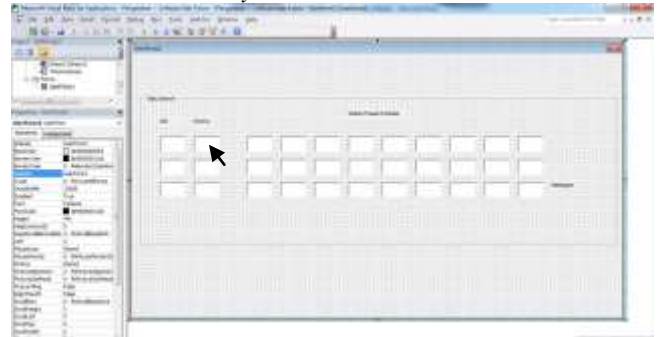
11. Lakukan seperti gambar 11 untuk semua *sub* kecuali *sub makespan*



Gambar 12. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

Pada *sub job*, *text box* terdiri dari *job 1*, *job 2*, dan *job 3*. Pada *sub dummy*, *text box* terdiri dari *dummy 1*, *dummy 2*, dan *dummy 3*. Pada *sub waktu proses produksi*, *text box* terdiri dari waktu 11 sampai 18 (waktu *job* ke 1 pada mesin 1 sampai waktu pada *job 1* pada mesin 8) dan nilai 1, waktu 21 sampai 28 (waktu *job* ke 2 pada mesin 1 sampai waktu pada *job 2* pada mesin 8) dan nilai 2, waktu 31 sampai 38 dan (waktu *job* ke 3 pada mesin 1 sampai waktu pada *job 3* pada mesin 8) nilai 3. Setelah semua *sub-sub* sudah dibuat *text box* masing-masing kecuali *makespan* selanjutnya *text box-text box* tersebut sudah dapat dimasukkan bahasa pemrograman.

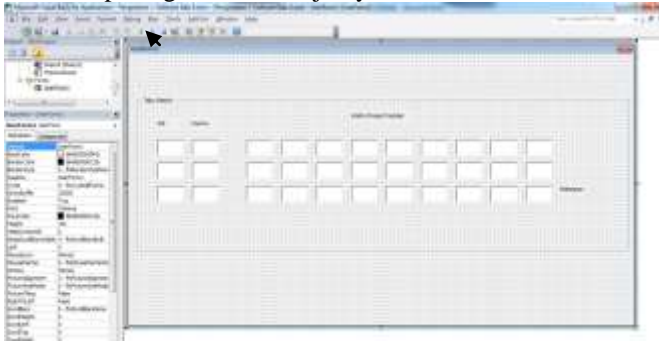
12. Klik *text box dummy 1*



Gambar 13. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

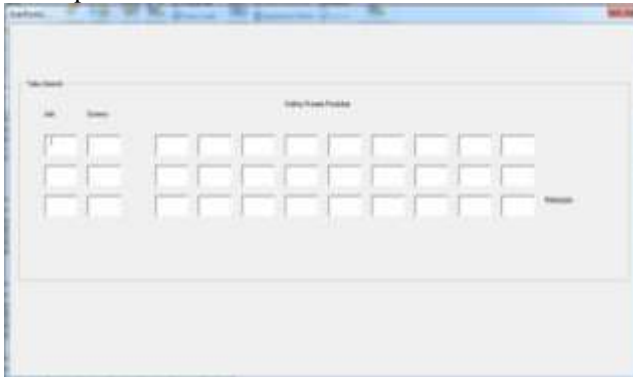
Pada *text box dummy* 1 akan dimasukkan bahasa pemrograman agar perhitungan pada pengolahan data dapat dijalankan. Bahasa pemrograman juga dimasukkan kedalam *text box dummy* 2, *text box dummy* 3, *text box* waktu 11 sampai waktu 18, *text box* waktu 21 sampai waktu 28, *text box* waktu 31 sampai waktu 38, dan *text box* nilai 1 sampai nilai 3.

- 13. Jika semua *text box* kecuali *job* sudah dimasukkan bahasa pemrograman. Selanjutnya klik menu *run*



Gambar 14. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

- 14. Tampilan setelah di *run*



Gambar 15. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

Langkah 5 : Solusi terbaik dimasukkan ke dalam daftar tabu.

TABEL IV
DAFTAR TABU

	Daftar Tabu		
	1	2	
Iterasi	0	1	} Solusi terbaik
	1	-	
Urutan job	2	-	
	3	-	

Langkah 6 : Lakukan iterasi sampai iterasi max yang menghasilkan nilai *makespan* terkecil dan perbarui daftar tabu hingga iterasi selesai dilakukan.

Langkah 7 : Lakukan analisis menggunakan uji performansi penjadwalan dengan menggunakan *Efficiency Index*, *Relative Error*, dan uji analisis sensitivitas.

Efficiency Index (EI) :

$$EI = \frac{F_{\text{max metode perusahaan}}}{F_{\text{max heuristic}}}$$

Jika $EI > 1$, maka algoritma heuristik baru memiliki *performance* yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma yang dibandingkan. Apabila $EI < 1$ maka algoritma yang dibandingkan memiliki *performance* yang lebih baik dibandingkan algoritma heuristik baru. Jika $EI = 1$ maka kedua metode memiliki *performance* yang sama.

Relative Error (RE) :

$$RE = \frac{F_{\text{max metode perusahaan}} - F_{\text{max heuristic}}}{F_{\text{max heuristic}}} \times 100\%$$

Digunakan untuk mengetahui seberapa jauh perbedaan *makespan* algoritma heuristik baru dengan algoritma yang dibandingkan.

Analisis Sensitivitas:

Analisis sensitivitas merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar dampak perubahan parameter. Analisis sensitivitas dilakukan dengan cara melakukan skenario perubahan parameter dan membandingkan hasilnya dengan skenario awal. Skenario yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu adanya kenaikan (+10% dan 20%) dan penurunan (-10% dan -20%) terhadap waktu produksi untuk setiap proses.

III. HASIL

- a. Banyaknya iterasi

$$= \frac{3 \text{ job } (3 \text{ job } + 1)}{2} - 1$$

$$= 5 \text{ kali iterasi}$$

- b. Ukuran daftar tabu

$$\text{Tabu} = \sqrt{3}$$

$$= 1,73 \rightarrow 2 \text{ daftar tabu solusi}$$

- 1. Solusi awal



Gambar 16. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

2. Iterasi 1



Gambar 17. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

3. Iterasi 2



Gambar 18. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

4. Iterasi 3



Gambar 19. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

5. Iterasi 4



Sumber: Pengolahan Data

Gambar 20. VBA Macro Excel

6. Iterasi 5



Gambar 21. VBA Macro Excel
Sumber: Pengolahan Data

a. Rekapitulasi Iterasi :

TABEL V
REKAPITULASI ITERASI *TABU SEARCH*

<i>Resume</i>	iterasi 0	iterasi 1	iterasi 2	iterasi 3	iterasi 4	iterasi 5
Solusi	1	3	2	3	1	2
Lokal	2	1	1	2	3	3
Terbaik	3	2	3	1	2	1
Fbest	336,88	344,78	336,88	331,95	344,78	331,95

Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan iterasi yang telah dilakukan didapatkan solusi terbaik atau solusi terakhir adalah urutan proses produksi 3-2-1 dan 2-3-1. Keduanya memiliki nilai *makespan* terkecil dengan total (C_{max}) = 331,95 menit.

b. Solusi Terbaik :

TABEL VI
DAFTAR *TABU*

	Daftar <i>Tabu</i>	
	1	2
Iterasi	3	5
Urutan <i>job</i>	3	2
	2	3
	1	1

Setelah didapatkan solusi terbaik berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan kemudian dimasukkan kedalam daftar *tabu* yang terdiri dari 2 urutan *job* pada iterasi ke 3 dan 5.

c. Uji performansi penjadwalan:

Efficiency Index (EI) :

$$EI = \frac{F_{\max \text{ metode perusahaan}}}{F_{\max \text{ heuristic}}} = \frac{380,71}{331,95} = 1,146$$

Berdasarkan nilai *Efficiency Index* (EI) yang didapatkan 1,146 > 1. Menunjukkan bahwa penjadwalan

tabu search lebih baik dibandingkan metode perusahaan.

d. *Relative Error* (RE)

$$\begin{aligned} RE &= \frac{F_{\max \text{ metode perusahaan}} - F_{\max \text{ heuristic}}}{F_{\max \text{ heuristic}}} \times 100\% \\ &= \frac{380,71 - 331,95}{331,95} \times 100\% \\ &= 14,68\% \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai *Relative Error* (RE) yang didapatkan menunjukkan bahwa penghematan *makespan* yang diperoleh antara algoritma *tabu search* dengan metode perusahaan sebesar 14,68%.

e. Metode Analisis Sensitivitas



Gambar 22. Grafik Sensitivitas Perubahan Waktu Produksi Terhadap Solusi Awal
Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan gambar 22 dapat diketahui semakin lama waktu yang digunakan untuk memproses pekerjaan, *makespan* yang dihasilkan akan meningkat. Dan *makespan* akan menurun seiring dengan adanya penurunan waktu produksi untuk setiap proses.



Gambar 23. Grafik Sensitivitas Perubahan Waktu Produksi Terhadap Solusi Akhir
Sumber: Pengolahan Data

Berdasarkan gambar 23 dapat diketahui *makespan* akan berbanding lurus dengan adanya perubahan waktu produksi untuk setiap proses. Oleh karenanya, untuk dapat meminimasi *makespan*, perusahaan harus berupaya meminimasi *makespan* dengan cara mengurangi atau menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penjadwalan produksi di PT Citra Abadi Sejati, maka dapat disimpulkan berdasarkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan penjadwalan produksi yang optimal dengan menggunakan metode *tabu search* didapatkan *job* yang menghasilkan nilai *makespan* yang kecil yaitu pada *job* 3-2-1 dan 2-3-1 dengan nilai *makespan* sebesar 331,95 menit.
2. Mengurangi nilai *makespan* yang terlalu besar pada penjadwalan produksi dengan nilai *makespan* perusahaan sebesar 380,71 menit setelah dilakukan pengurangan dengan melakukan iterasi *job* didapatkan nilai *makespan* sebesar 331,95 menit. Dengan menggunakan metode *tabu search* didapatkan total waktu proses produksi lebih cepat berdasarkan nilai *relative error* sebesar 14,68%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat dalam pembuatan laporan penelitian tugas akhir ini. Semoga laporan penelitian tugas akhir ini dapat berguna dan memberikan banyak manfaat bagi semua pihak baik penulis maupun pembaca.

REFERENCES

- [1] Ginting, R. (2009). Penjadwalan Mesin. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Indiyanto, R. (2008). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi. Surabaya: Yayasan Humaniora.
- [3] Sinulingga, S. (2009). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Felice, F.D., dkk. (2013). Operation Management. Hongkong: The Open University.
- [5] Kumar, S.A., & Suresh, N. (2006). Production And Operations Management. New Delhi: Publishing For One World.
- [6] Jarboui, B., dkk. (2013). Metaheuristics For Production Scheduling. Inggris: CPI Group.
- [7] Petrowski, J.D., & Taillard, P.S.E. (2003). Metaheuristics For Hard Optimization. Jerman: Penerbit SPI.
- [8] Petrowski, J.D., & Taillard, P.S.E. (2003). Metaheuristics For Hard Optimization. Jerman: Penerbit SPI.
- [9] Santosa, Budi. (2017). Pengantar Metaheuristik. Surabaya: ITS Tekno Bisnis.
- [10] Herjanto, Eddy. (2007). Manajemen Operasi. Jakarta: Grasindo.
- [11] Astuti, F.A.F., & Fachrudin, A.R. (2020). Manajemen Industri. Klaten: Penerbit Lakeisha.
- [12] Sumbayang, Lulu. (2003). Dasar-Dasar Manajemen Produksi & Operasi. Jakarta: Salemba Empat.
- [13] Artaya, P.I. (2018). Manajemen Operasi dan Produksi. Surabaya: Narotama University Press.
- [14] Tim Dosen Sistem Produksi. (2009). Buku Ajar Sistem Produksi. Surabaya: Universitas Wijaya Putra.
- [15] Iskandar, D., Masruri, A.A., & Saputra, D. (2018). Analisis Penjadwalan Produksi *Job Shop* Pada UKM Di Bidang Konveksi Dengan Menggunakan Metode Algoritma *Tabu Search* (Studi Kasus Di Panca Konveksi). Integrasi, 3 (2), 21-27.
- [16] Kurniawati, D.A., & Fatoni, W.E. (2016). Penjadwalan Produksi *Job Shop* Dengan Menggunakan Algoritma *Tabu Search* Pada PT. XYZ. E-Jurnal Teknik Industri FT USU, 8 (2), 1-5.