

Analisa Optimasi Proses Produksi *Oilseal* dengan Penjadwalan Produksi menggunakan Metode Heuristik

Sarjono¹, Muhamad Gofur², Dafid Mega Saputra³, Ades Yulia Apriani⁴, Hermawan Taher⁵

^{1,2,3}Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta

Email korespondensi: sarjono.nok@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas pentingnya pengaturan jadwal produksi dalam mencapai operasi bisnis yang efektif dan efisien. Proses penjadwalan produksi melibatkan perencanaan dan pengelolaan alokasi sumber daya, waktu, dan tenaga kerja guna mencapai produksi barang atau layanan secara optimal. Dengan memiliki jadwal produksi yang baik, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan aset, mengurangi waktu tunggu, meningkatkan efisiensi produksi, serta merencanakan kegiatan bisnis secara lebih efektif. Salah satu metode yang digunakan dalam penjadwalan produksi adalah Algoritma Heuristik Pour, khususnya pada industri *Oil Seal*. Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan metode Heuristik Pour menghasilkan efisiensi waktu yang lebih tinggi dengan mengurangi makespan, yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan. Dari tahapan penelitian dengan aturan *First Come First Serve* (FCFS) yaitu pengurutan Job 1 sebagai urutan pertama didapatkan proses produksi *Oil seal* membutuhkan waktu sebesar 1.373 jam. Tahapan selanjutnya yaitu memilih waktu terkecil sebagai urutan yang selanjutnya dengan dilakukan penambahan waktu (*completion time*) yaitu dengan urutan pengerjaan 1-4-3-2-5 proses produksi membutuhkan waktu sebesar 1.480 jam, urutan pengerjaan 2-3-4-5-1 waktu proses produksi 1.373 jam, urutan pengerjaan 3-4-5-1-2 waktu proses produksi 1.480 jam, urutan pengerjaan 4-5-1-2-3 waktu proses produksi 1.199 jam, dan yang terakhir urutan proses produksi 5-1-2-3-4 waktu proses produksi 1.160 jam. Jadi didapatkan hasil penelitian menggunakan metode Heuristik Pour memberikan efisiensi waktu sebesar 213 jam dari 1.373 jam menjadi 1.160 jam. Peneliti menyimpulkan bahwa metode Heuristik Pour dapat menjadi alternatif yang efektif dalam penjadwalan pekerjaan di perusahaan produsen *Oil Seal*.

Kata Kunci: *Penjadwalan, Optimasi, Algoritma Heuristik Pour*

Abstract

This study discusses the importance of managing production schedules in achieving effective and efficient business operations. The production scheduling process involves planning and managing the allocation of resources, time and labor in order to achieve optimal production of goods or services. With a good production schedule, companies can optimize the use of assets, shorten waiting times, increase production efficiency, and plan business activities more effectively. One of the methods used in production scheduling is the Pour Heuristic Algorithm, especially in the Oil Seal industry. Research has shown that using the Pour Heuristic method results in higher time efficiency by reducing the lifetime, i.e. the time required to complete the entire job. From the research stage with the First Come First Serve (FCFS) rule, namely the order of Job 1 as the first order, it was found that the oil seal production process took 1,373 hours. The next stage is to choose the smallest time as the next sequence by adding time (completion time), namely in the order of 1-4-3-2-5 the production process takes 1,480 hours, the order of work is 2-3-4-5-1 production process time 1,373 hours, 3-4-5-1-2 production process time 1,480 hours, 4-5-1-2-3 production process time 1,199 hours, and the last production process sequence 5-1- 2-3-4 production process time 1160 hours. So the results of the study using the Pour Heuristic method provide a time efficiency of 213 hours from 1,373 hours to 1,160 hours. The researcher concludes

that the Pour Heuristic method can be an effective alternative in job scheduling in Oil Seal producing companies.

Keywords: *Scheduling, Optimization, Pour Heuristic Algorithm*

1. Pendahuluan

Efisiensi adalah salah satu cara agar perusahaan bisa bertahan, baik dalam persaingan industri maupun mempertahankan keuntungan perusahaannya. Salah satu jalan untuk mencapainya adalah dengan mengoptimalkan proses produksi, agar proses produksi berjalan optimal perlu ditunjang dengan jadwal produksi yang baik. Kesalahan dalam membuat jadwal produksi akan menyebabkan rendahnya penggunaan sumber daya dan kapasitas produksi (Rimbawan, 2019). Menurut (Kurniawati et al., 2018) kendala dalam melakukan penjadwalan produksi biasanya disebabkan karena pertimbangan prioritas produk mana yang akan diproduksi lebih dulu. Ketidak tepatan pengiriman yang disebabkan kesalahan dalam penjadwalan akan menimbulkan ketidakpuasan konsumen dan menyebabkan penalti yang merugikan perusahaan karena menyalahi perjanjian (William & Ginting, 2019). Untuk mencegah hal tersebut perusahaan harus mampu menjaga kepuasan konsumen dengan komitmen untuk menyelesaikan produksi sesuai pesanan dan waktu yang telah disepakati (Imam & Ginting, 2019). Menurut Lubis & Ginting, (2019) keterlambatan produksi dapat diatasi menggunakan jadwal produksi yang dapat meminimalkan waktu produksi, sehingga produksi dapat diselesaikan tepat waktu. Menurut (Priatna et al., 2023) jadwal produksi tidak hanya perlu mengacu pada waktu pengerjaan, tetapi juga perlu disesuaikan dengan kondisi shift pada perusahaan. Karenanya dibutuhkan sistem penjadwalan yang akurat serta fleksibel supaya agar beradaptasi dengan perubahan-perubahan yang sering terjadi saat produksi (Saragih & Ginting, 2019). Kurniawan, (2021) pada penelitiannya menggunakan penjadwalan untuk meminimalkan waktu penyelesaian pada sekumpulan pekerjaan (makespan).

Salah satu metode yang telah digunakan dalam penjadwalan produksi adalah Algoritma Heuristik Pour. Penelitian yang dilakukan sebelumnya Azzat & Zulfa, (2023) "Optimasi Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma Heuristik Pour Untuk Reduksi Makespan Pada CV CJ Furniture" hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode ini menghasilkan performa yang lebih baik. Hal ini terlihat dari ukuran makespan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode sebelumnya yaitu makespan sebesar 13,33 jam. Hasil ini menunjukkan selisih waktu sebesar 0,4 jam atau sekitar 15 menit dibandingkan dengan metode FCFS, yang memiliki makespan sebesar 13,73 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Sulaksmi et al., (2014) "Penjadwalan Produksi dengan Algoritma Heuristik Pour (Studi Kasus: Konveksi One Way Malang)" hasil penelitian memperoleh penghematan makespan sebesar 8,09 jam atau 19,25% dibanding makespan dengan metode sebelumnya. Penelitian selanjutnya Rachman, (2018) "Penjadwalan Produksi Garment Menggunakan Algoritma Heuristic Pour" menghasilkan makespan lebih cepat sebesar 3,02 jam dari metode manual. Dari penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan metode Heuristik Pour memberikan efisiensi waktu yang lebih tinggi dengan mengurangi makespan, yaitu waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan. Dampak positif dari penggunaan algoritma Heuristik Pour ini adalah terciptanya penjadwalan produksi yang efektif, memungkinkan pekerjaan diselesaikan tepat waktu. Menurut (Rachman, 2018) penggunaan Algoritma Heuristik Pour dalam penjadwalan meningkatkan kapasitas produksi yang menghasilkan efisiensi. Sebelum dilakukan penjadwalan produksi menggunakan Algoritma Heuristik Pour, pengukuran telah

dilakukan pada salah satu perusahaan *Oil Seal* dengan waktu hasil pengukuran yang dibutuhkan untuk menyelesaikan jadwal produksi bulanan adalah 1.373 jam. Pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan dalam proses penjadwalan menggunakan metode Algoritma Heuristik Pour pada penjadwalan perusahaan tersebut untuk meningkatkan efisiensi waktu produksi sehingga proses produksi berjalan lebih efektif. Penjadwalan produksi yang efektif dan efisien selanjutnya diusulkan menjadi metode penjadwalan yang baku pada perusahaan (Metode et al., 2023).

2. Studi Literatur

Penjadwalan produksi adalah suatu proses yang melibatkan perencanaan dan pengaturan urutan produksi dalam suatu sistem manufaktur. Tujuan utama penjadwalan produksi adalah untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia, seperti mesin, tenaga kerja, dan bahan baku, sehingga dapat mencapai efisiensi produksi yang tinggi. Salah satu teori yang digunakan dalam penjadwalan produksi adalah Metode Heuristik. Metode heuristik adalah pendekatan yang didasarkan pada pengalaman dan intuisi untuk menyelesaikan masalah penjadwalan produksi. Metode ini mencoba untuk menemukan solusi yang memadai secara cepat, meskipun mungkin tidak selalu menghasilkan solusi optimal. Teori dan metode penjadwalan produksi ini dapat diterapkan secara individu atau dikombinasikan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan sistem produksi yang spesifik. Pengaturan jadwal produksi merupakan aspek penting dalam operasi bisnis yang efektif dan efisien. Penjadwalan produksi melibatkan perencanaan dan pengelolaan alokasi sumber daya, waktu, dan tenaga kerja untuk memastikan produksi barang atau layanan yang optimal. Dengan memiliki jadwal produksi yang baik, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan asetnya, mengurangi waktu tunggu, meningkatkan efisiensi produksi, dan merencanakan kegiatan bisnis secara lebih efektif. Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin (William & Ginting, 2019). Tujuan dengan penjadwalan adalah meningkatkan penggunaan sumber daya, mengurangi persediaan barang setengah jadi atau sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian, dan mengurangi keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian (Sulaksmi et al., 2014).

Proses penjadwalan produksi melibatkan beberapa langkah, mulai dari mengumpulkan data tentang permintaan pasar, menganalisis kapasitas produksi yang ada, merencanakan kebutuhan bahan baku, dan menentukan urutan produksi yang optimal. Langkah-langkah ini sering melibatkan penggunaan metode dan alat bantu seperti teknik penjadwalan, perangkat lunak manajemen rantai pasokan, dan sistem informasi produksi. Manfaat yang dapat diperoleh dari penjadwalan produksi yang efektif adalah pengurangan biaya produksi, peningkatan produktivitas, pengendalian persediaan yang lebih baik, peningkatan kepuasan pelanggan, dan peningkatan kehandalan proses produksi. Dalam lingkungan bisnis yang kompetitif, memiliki jadwal produksi yang tepat waktu dan akurat sangat penting untuk menjaga daya saing perusahaan. Namun, penjadwalan produksi juga dapat menghadapi tantangan yang kompleks, seperti fluktuasi permintaan pasar, ketidakpastian persediaan bahan baku, perubahan prioritas pelanggan, dan kendala sumber daya. Oleh karena itu, perusahaan perlu mengadopsi pendekatan yang fleksibel dan responsif untuk memastikan keberhasilan penjadwalan produksi.

Penjadwalan produksi dengan metode heuristik POUR (*Partially Ordered Upward Ranking*) adalah sebuah pendekatan heuristik yang digunakan untuk mengatur urutan pengerjaan tugas atau pekerjaan dalam proses produksi. Metode ini bertujuan untuk

mengoptimalkan urutan produksi berdasarkan kriteria tertentu, seperti waktu penyelesaian atau makespan. Metode Heuristik POUR didasarkan pada pendekatan Algoritma *Greedy*, di mana setiap langkah pengambilan keputusan didasarkan pada pilihan terbaik yang tersedia pada saat itu. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam metode Heuristik POUR:

- a. Identifikasi tugas atau pekerjaan yang perlu dijadwalkan. Setiap tugas memiliki waktu pemrosesan yang berbeda.
- b. Buat daftar tugas yang perlu dijadwalkan dalam urutan yang diinginkan atau berdasarkan prioritas tertentu.
- c. Mulai dengan tugas pertama dalam daftar dan alokasikan tugas tersebut ke mesin yang tersedia yang memiliki waktu pemrosesan tercepat. Jika ada beberapa mesin yang memiliki waktu pemrosesan yang sama, pilih salah satu secara acak atau berdasarkan aturan prioritas yang ditetapkan.
- d. Setelah tugas pertama selesai diproses, pilih tugas berikutnya dari daftar yang masih harus dijadwalkan dan alokasikan ke mesin yang tersedia dengan waktu pemrosesan tercepat.
- e. Lanjutkan proses alokasi tugas ke mesin yang tersedia dengan waktu pemrosesan tercepat hingga semua tugas selesai diproses.

Metode Heuristik POUR memiliki keuntungan dalam hal sederhana dan efisiensi dalam menghasilkan solusi awal yang memadai untuk masalah penjadwalan produksi. Namun, perlu diperhatikan bahwa metode ini adalah pendekatan heuristik dan mungkin tidak menghasilkan solusi optimal. Oleh karena itu, seringkali digunakan sebagai langkah awal untuk memulai proses penjadwalan produksi sebelum dilakukan optimasi lebih lanjut dengan metode yang lebih canggih atau algoritma yang lebih kompleks.

Makespan adalah istilah yang digunakan dalam penjadwalan produksi atau perencanaan proyek untuk mengukur waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh tugas atau pekerjaan dalam suatu rangkaian kerja. Dalam konteks penjadwalan produksi, makespan mengacu pada waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan semua pekerjaan atau produksi dari awal hingga akhir. Makespan merupakan indikator penting dalam pengukuran kinerja sistem produksi atau penjadwalan, karena mempengaruhi efisiensi, produktivitas, dan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan tepat waktu. Tujuan dalam optimasi penjadwalan adalah untuk mengurangi makespan sebanyak mungkin, sehingga waktu produksi dapat dioptimalkan dan efisiensi sistem meningkat.

Dalam konteks perencanaan proyek, makespan mengacu pada durasi total proyek atau rangkaian kegiatan yang harus diselesaikan agar proyek dapat diselesaikan tepat waktu. Mengelola dan mengoptimalkan makespan proyek merupakan tujuan utama dalam manajemen proyek untuk memastikan proyek selesai sesuai dengan waktu yang ditetapkan.

3. Metodologi Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data proses produksi pada industri *oil seal* yang meliputi :

1. Jumlah order produk yang diterima pada proses produksi
2. Proses-proses yang digunakan untuk memproduksi *oil seal*
3. Nama proses dan jumlah mesin yang digunakan

4. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses produksi *oil seal* pada setiap mesin.
5. Tingkat kelonggaran (*allowance*) dan faktor penilaian (*rating factor*) yang terkait dengan setiap mesin.

Waktu standar dihitung berdasarkan data waktu proses produksi, kelonggaran, dan faktor penilaian yang diperoleh dari pengamatan. Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan mesin yang berkerja secara normal (Ariyanti et al., 2019).

Untuk menghitung waktu standar digunakan rumus berikut :

$$W_n = \text{Waktu Pengamatan} \times \frac{\text{Rating factor}\%}{100\%}$$

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}}$$

Keterangan :

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Standar

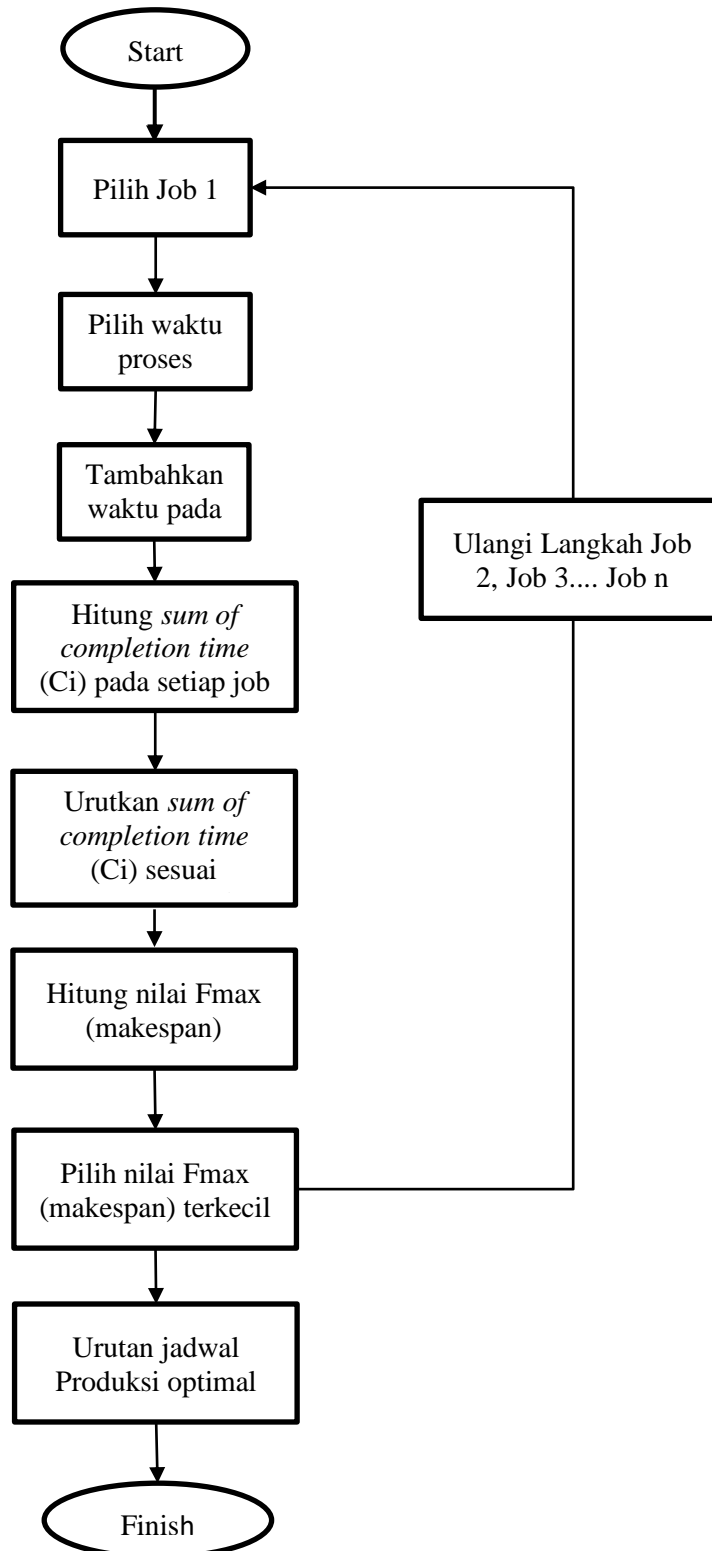
Total waktu proses adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan permintaan yang diterima. Waktu ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jumlah mesin yang tersedia, kapasitas produksi per mesin, dan waktu standar yang dibutuhkan untuk memproduksi *oil seal*. Rumus yang digunakan untuk menghitung total waktu proses untuk setiap pekerjaan pada setiap mesin adalah sebagai berikut:

$$\text{Total waktu proses} = \frac{W_s \times \text{Jumlah order}}{\text{Jumlah mesin} \times \text{kapasitas mesin}}$$

Pada tahap ini, digunakan algoritma penjadwalan heuristik Pour untuk mengoptimalkan makespan (waktu penyelesaian maksimum) dengan pendekatan kombinasi (Pour, 2001). Dibawah ini adalah langkah-langkah dari metode algoritma heuristik pour :

1. Pilih job 1 sebagai urutan pertama
2. Pilih waktu proses terkecil
3. Melakukan penambahan waktu proses secara *increasing time* pada Pij yang lain
4. Menghitung *sum of completion time* (C_i) untuk setiap job yang ada
5. Mengurutkan C_i dengan aturan *increasing order*
6. Urutan pengerjaan sementara
7. Hitung nilai F_{max} (makespan)
8. Ulangi langkah pengerjaan dari awal sampai tiap job menempati urutan pertama.
9. Dipilih urutan pengerjaan dengan nilai F_{max} (makespan) paling minimal.
10. Ulangi langkah pengerjaan dari awal untuk job yang akan menempati posisi berikutnya
11. Didapatkan jadwal urutan pengerjaan job pada mesin yang optimal (Prawiro et al., 2020)

Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada flow chart berikut ini :



Gambar 1. Flow Chart penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada 5 jenis produk *oil seal* dengan jumlah order yang diterima dalam 1 bulan yang memiliki jumlah hari kerja 20 hari, dapat dilihat pada tabel 1 yaitu:

Tabel 1. Jumlah order dalam 1 bulan

Job	Jenis Produk	Jumlah Permintaan (Pcs)
Job 1	<i>Oil seal</i> Jenis A	41200
Job 2	<i>Oil seal</i> Jenis B	57680
Job 3	<i>Oil seal</i> Jenis C	14420
Job 4	<i>Oil seal</i> Jenis D	8640
Job 5	<i>Oil seal</i> Jenis E	41200

Dari kelima jenis *oil seal* tersebut memiliki proses yang sama seperti dapat dilihat pada Tabel 2, yaitu:

Tabel 2. Urutan Proses Produksi

Jenis Produk	Urutan Proses			
<i>Oil seal</i> Jenis A	<i>Curing</i>	<i>Trimming</i>	<i>Screening</i>	<i>Packing</i>
<i>Oil seal</i> Jenis B	<i>Curing</i>	<i>Trimming</i>	<i>Screening</i>	<i>Packing</i>
<i>Oil seal</i> Jenis C	<i>Curing</i>	<i>Trimming</i>	<i>Screening</i>	<i>Packing</i>
<i>Oil seal</i> Jenis D	<i>Curing</i>	<i>Trimming</i>	<i>Screening</i>	<i>Packing</i>
<i>Oil seal</i> Jenis E	<i>Curing</i>	<i>Trimming</i>	<i>Screening</i>	<i>Packing</i>

Dari tabel 2, kelima jenis *oil seal* memiliki proses yang sama yaitu *Curing*, *Trimming*, *Screening* dan *Packing* dengan kapasitas masing-masing proses dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3. Kapasitas Produksi Setiap proses (Pcs)

Job	M1	M2	M3	M4
Job 1	129	306	612	612
Job 2	180	306	612	612
Job 3	180	306	612	612
Job 4	135	306	612	612
Job 5	129	306	612	612

Dari Tabel 3 masing-masing jenis *oil seal* dilambangkan dengan Job (Job 1, Job 2,....., Job 5) sedangkan untuk masing-masing proses dilambangkan dengan M (M1, M2,....., M4). Total waktu proses yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah job dihitung dengan mempertimbangkan jumlah permintaan pada tiap job, jumlah mesin dan waktu standar untuk membuat sebuah produk. Pengukuran waktu dalam proses pembuatan produk merupakan langkah penting untuk mengevaluasi efisiensi dan produktivitas suatu mesin. Metode pengukuran menggunakan *stopwatch* dan perhitungan waktu normal serta waktu standar dengan mempertimbangkan rating faktor dan kelonggaran. Hasil perhitungan ini memberikan waktu standar yang dapat digunakan sebagai acuan dalam mengestimasi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebuah produk.

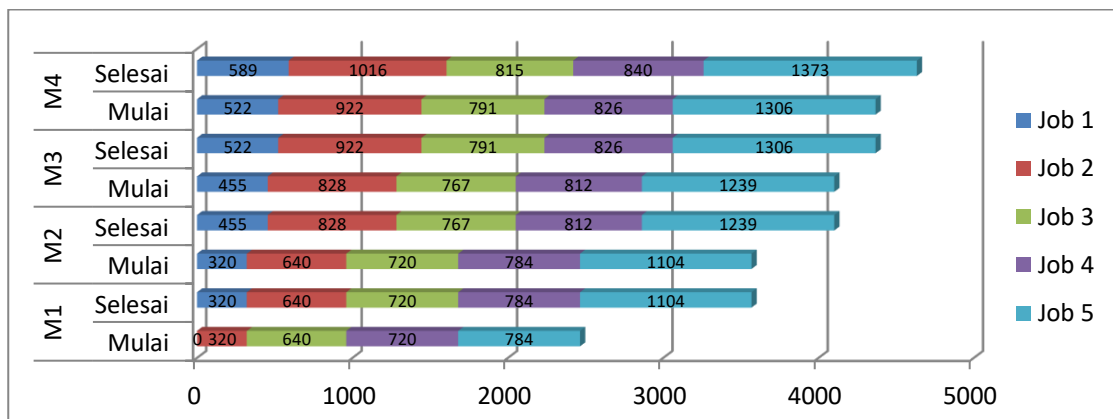
Tabel 4. Waktu Produksi Setiap Proses (Jam)

Job	M1	M2	M3	M4
Job 1	320	135	67	67
Job 2	320	188	94	94
Job 3	80	47	24	24
Job 4	64	28	14	14
Job 5	320	135	67	67

Dalam operasional perusahaan, penjadwalan *flowshop* menjadi salah satu faktor kunci dalam memastikan produksi yang efisien dan tepat waktu. Penggunaan aturan *First Come First Serve* (FCFS) dalam jenis *flowshop* di perusahaan untuk memproduksi *oil seal* artinya, Job 1 akan menjadi prioritas utama dan dikerjakan pertama kali karena diurutkan sesuai kedatangan *order* yang paling pertama . dengan perhitungan makespan sebagai berikut :

Tabel 5. Perhitungan makespan dengan metode FCFS

Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 1	-	320	320	455	455	522	522	589
Job 2	320	640	640	828	828	922	922	1016
Job 3	640	720	720	767	767	791	791	815
Job 4	720	784	784	812	812	826	826	840
Job 5	784	1104	1104	1239	1239	1306	1306	1373



Gambar 2. Grafik penjadwalan produksi *Oil seal* dengan aturan FCFS

Penjadwalan produksi *Oil seal* dengan menggunakan FCFS dengan prioritas order job yang datang terlebih dahulu didapatkan hasil urutan pengerjaan job adalah Job 1 - Job 2 - Job 3 - Job 4 - Job 5, dengan nilai maskepan (F_{mak}) sebesar 1.372 jam. Jadi dapat diartikan bahwa dengan jadwal tersebut proses produksi oil seal membutuhkan waktu sebesar 1.373 jam. Proses penjadwalan produksi oil seal di perusahaan dilakukan menggunakan algoritma heuristik pour dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini:

1. Job 1 dipilih sebagai urutan pertama dalam pengerjaan sehingga dianggap memiliki waktu proses nol pada setiap mesin.
2. Job-job lain ditempatkan pada urutan berikutnya dengan daftar pengurutan dimulai dari job 1 sebagai urutan pertama.

Tabel 6. Pengurutan Job 1 Sebagai Urutan Pertama

Job	M1	M2	M3	M4
Job 1	-	-	-	-
Job 2	320	188	94	94
Job 3	80	47	24	24
Job 4	64	28	14	14
Job 5	320	135	67	67

3. Melakukan pemilihan waktu proses terkecil untuk setiap mesin, yakni: $M1 = 64$, $M2 = 28$, dan $M3 = 14$, serta $M4 = 14$.
4. Dilakukan penambahan waktu proses (*completion time*) pada setiap $t_{i,j}$ dengan aturan increasing time, di mana waktu proses secara kumulatif ditambahkan dari yang terkecil hingga terbesar untuk setiap $t_{i,j}$. Sebagai contoh, urutan waktu proses terkecil-terbesar di $M1$ adalah job 1, 4, 3, 2,5 dan 3. Oleh karena itu, waktu proses didapatkan hasil berikut :
 Job 4 di $M1$ adalah 64
 Job 3 di $M1$ adalah $64 + 80 = 144$
 Job 2 di $M1$ adalah $144 + 320 = 464$
 Job 5 di $M1$ adalah $464 + 320 = 784$
5. Hasil Perhitungan sum completion time ($\sum C_i$) pada setiap job.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Completion Time dengan Job 1 sebagai Urutan Pertama

Job	M1	M2	M3	M4	C_i
Job 1	-	-	-	-	-
Job 2	464	398	199	199	1260
Job 3	144	75	38	38	295
Job 4	64	28	14	14	120
Job 5	784	210	105	105	1204

6. Mengurutkan $\sum C_i$ dengan aturan increasing time untuk diletakkan pada urutan setelah job 1 yang sudah dipilih sebagai urutan pertama. Dari hasil perhitungan diperoleh urutan sementara dengan job 1 sebagai urutan pertama yaitu: 1-4-3-2-5.
7. Menghitung nilai makespan dengan urutan pengerjaan job 2-3-4-5-1, Urutan pengerjaan Job 3-4-5-1-2, urutan pengerjaan 4-5-1-2-3 dan urutan pengerjaan 5-1-2-3-4 dapat dilihat pada tabel 8 sampai dengan tabel 11.

Tabel 8. Perhitungan waktu urutan job 1-4-3-2-5

Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 1	-	320	320	455	455	522	522	589
Job 4	320	384	384	412	412	426	426	440
Job 3	384	464	464	511	511	535	535	559
Job 5	464	784	784	919	919	986	986	1053
Job 2	784	1104	1104	1292	1292	1386	1386	1480

Dari perhitungan maskepan pada tabel 8 diperoleh makespan sebesar 1.480 jam. Artinya dari penjadwalan tersebut, industri *Oil seal* membutuhkan waktu 1.480 jam dalam proses produksinya.

Tabel 9. Perhitungan waktu urutan job 2-3-4-5-1

Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 2	-	320	320	508	508	602	602	696
Job 3	320	400	400	447	447	471	471	495
Job 4	400	464	464	492	492	506	506	520
Job 5	464	784	784	812	812	879	879	946
Job 1	784	1104	1104	1239	1239	1306	1306	1373

Dari perhitungan maskepan pada tabel 9 diperoleh makespan sebesar 1.373 jam. Artinya dari penjadwalan tersebut, industri *Oil seal* membutuhkan waktu 1.373 jam dalam proses produksinya.

Tabel 10. Perhitungan waktu urutan job 3-4-5-1-2

Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 3	-	80	80	127	127	151	151	175
Job 4	80	144	144	172	172	186	186	200
Job 5	144	464	464	599	599	666	666	733
Job 1	464	784	784	919	919	986	986	1053
Job 2	784	1104	1104	1292	1292	1386	1386	1480

Dari perhitungan maskepan pada tabel 9 diperoleh makespan sebesar 1.480 jam. Artinya dari penjadwalan tersebut, industri *Oil seal* membutuhkan waktu 1.480 jam dalam proses produksinya.

Tabel 10. Perhitungan waktu urutan job 4-5-1-2-3

Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 4	-	64	64	92	92	106	106	120
Job 5	64	384	384	519	519	586	586	653
Job 1	384	704	704	839	839	906	906	973
Job 2	704	1024	1024	1212	1212	1306	1306	1400
Job 3	1024	1104	1104	1151	1151	1175	1175	1199

Dari perhitungan maskepan pada tabel 10 diperoleh makespan sebesar 1.199 jam. Artinya dari penjadwalan tersebut, industri *Oil seal* membutuhkan waktu 1.199 jam dalam proses produksinya.

Tabel 11. Perhitungan waktu urutan job 5-1-2-3-4

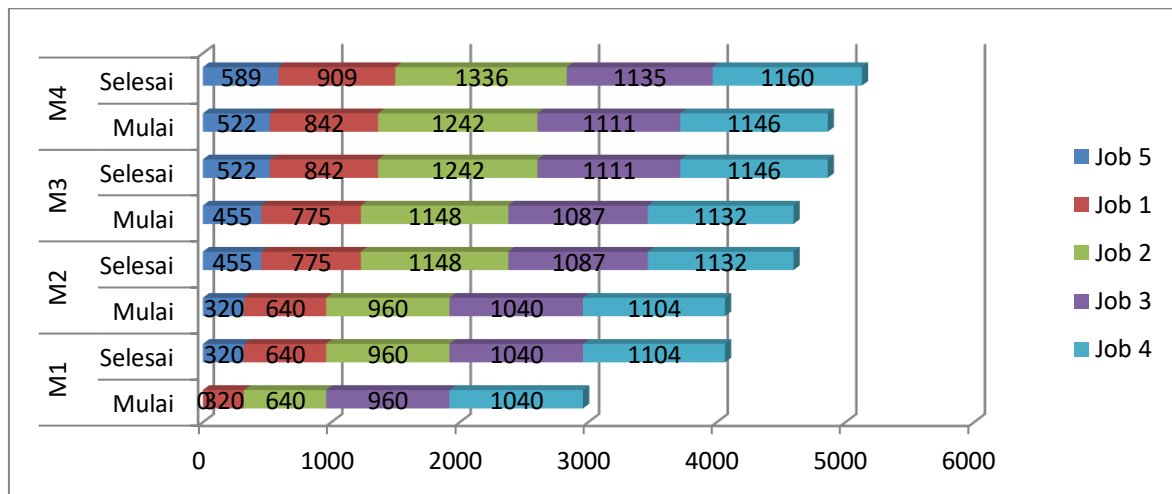
Job	M1		M2		M3		M4	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
Job 5	-	320	320	455	455	522	522	589
Job 1	320	640	640	775	775	842	842	909
Job 2	640	960	960	1148	1148	1242	1242	1336
Job 3	960	1040	1040	1087	1087	1111	1111	1135
Job 4	1040	1104	1104	1132	1132	1146	1146	1160

Dari perhitungan maskepan pada tabel 10 diperoleh makespan (F_{max}) sebesar 1.160 jam. Artinya dari penjadwalan tersebut, industri *Oil seal* membutuhkan waktu 1.160 jam dalam proses produksinya.

Tabel 12. Rekapitulasi Literasi Heuristik Pour

Urutan Job	Nilai Maskepan
1-2-3-4-5	1373
1-4-3-2-5	1480
2-3-4-5-1	1373
3-4-5-1-2	1480
4-5-1-2-3	1199
5-1-2-3-4	1160

Dari hasil rekapitulasi dengan Heuristik Pour didapatkan urutan Job sementara 5-1-2-3-4 terpilih sebagai urutan penjadwalan produksi karena memberikan makespan yang paling minimum yaitu sebesar 1.160 jam.



Gambar 3. Penjadwalan Produksi Oil Seal dengan Metode Heuristik Pour

Pada Gambar 2, terdapat ilustrasi tentang perhitungan waktu mulai dan selesai setiap pekerjaan di setiap mesin, serta hasil makespan dari penjadwalan menggunakan algoritma Heuristik Pour. Setelah mendapatkan jadwal dengan metode awal perusahaan dan metode yang diusulkan, langkah berikutnya adalah membandingkannya untuk mengevaluasi kemampuan Algoritma Heuristik Pour dalam mengurangi makespan.

Tabel 12. Perbandingan Hasil Penjadwalan

	Penjadwalan Awal	Penjadwalan Usulan
Urutan	1-2-3-4-5	5-1-2-3-4
Maskepan	1373	1160

Penggunaan Algoritma Heuristik Pour memberikan efisiensi waktu yang lebih tinggi karena menghasilkan makespan yang lebih kecil. Hal ini berdampak pada penjadwalan produksi yang efektif sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu. Pada Tabel 12 penjadwalan awal sebesar 1.373 jam dan penjadwalan usulan menjadi 1.160 jam.

5. Kesimpulan

Salah satu metode yang digunakan dalam penjadwalan produksi, terutama dalam industri Oil Seal, adalah Algoritma Heuristik Pour. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode ini dapat menghasilkan efisiensi waktu yang lebih tinggi dengan mengurangi makespan, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan. Pada tahapan penelitian dengan aturan First Come First Serve (FCFS), ditemukan bahwa proses produksi Oil seal membutuhkan waktu 1.373 jam ketika Job 1 dijadikan urutan pertama yaitu dengan urutan job 1-2-3-4-5.

Selanjutnya, dilakukan tahapan memilih waktu terkecil sebagai urutan pengerjaan berikutnya dengan penambahan waktu (completion time) yaitu dengan urutan job 1-4-3-2-5 proses produksi membutuhkan waktu sebesar 1.480 jam, urutan job 2-3-4-5-1 waktu proses produksi 1.373 jam, urutan job 3-4-5-1-2 waktu proses produksi 1.480 jam, urutan job 4-5-1-2-3 waktu proses produksi 1.199 jam, dan yang terakhir urutan job 5-1-2-3-4

waktu proses produksi 1.160 jam. Sehingga hasil penelitian menggunakan metode Heuristik Pour memberikan efisiensi waktu sebesar 213 jam dari 1.373 jam menjadi 1.160 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode Heuristik Pour memberikan efisiensi waktu sebesar 213 jam, yaitu dari 1.373 jam menjadi 1.160 jam. Dengan demikian, metode Heuristik Pour dapat dianggap sebagai alternatif yang efektif dalam penjadwalan pekerjaan di perusahaan produsen *Oil Seal*. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk mempertimbangkan proses penjadwalan produksi agar mengurangi keterlambatan yang terlalu sering, serta mengembangkan program untuk sistem komputerisasi Algoritma Heuristik Pour.

Daftar Pustaka

- Ariyanti, S., Adiarto, A., & Miharja, R. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Benang Menggunakan Metode Neh Dan Metode Algoritma Johnson Untuk Meminimasi Waktu Produksi Di Pt. Laksana Kurnia Mandiri Sejati. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(3), 157–164. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i3.4241>
- Azzat, N. N., & Zulfa, M. C. (2023). *Optimasi Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma Heuristik Pour Untuk Reduksi Makespan Pada CV CJ Furniture Optimization of Production Scheduling Using Pour Heuristic Algorithm for Makespan Reduction in CV CJ Furniture*. 14–22.
- Bezaleel Gabriel Saragih, & Rosnani Ginting. (2019). Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Makespan dengan Implementasi Algoritma Simulated Annealing. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.752>
- Ericko Wasita Rimbawan. (2019). Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Algoritma NEH pada PT. XYZ. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.742>
- Kurniawan, B. (2021). Pengembangan algoritma program pembatas untuk penjadwalan job-shop. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 15. <https://doi.org/10.20961/performa.20.1.44302>
- Metode, M., Dan, C. D. S., & Palmer, H. (2023). *PENJADWALAN PRODUKSI UNTUK MEMINIMALKAN MAKESPAN*. 52–60.
- Mulya Sultoniq Lubis, & Rosnani Ginting. (2019). Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing di PT. XYZ. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.758>
- Penelitian, A., Come, F., Served, F., Date, E. D., Pour, A. H., Index, E., Error, R., Pour, A. H., & Pour, A. H. (2009). *ISSN : 1963-6590 (Print) ISSN : 2442-2630 (Online)*.
- Pour, H. D. (2001). A new heuristic for the n-job, m-machine flow-shop problem. *Production Planning and Control*, 12(7), 648–653. <https://doi.org/10.1080/09537280152582995>
- Prakasa Imam, & Rosnani Ginting. (2019). Penjadwalan Produksi untuk Meminimasi Makespan dengan Implementasi Algoritma Bee Colony. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.750>
- Prawiro, K. S., Dwi Satya, R. R., & Hapsari, F. S. (2020). Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Heuristic Pour Pada PT Red Basket Indonesia. *Journal Industrial Servicess*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9466>
- Priatna, W., Warta, J., & Sulistiyo, D. (2023). Implementasi Algoritma Genetika untuk Aplikasi Penjadwalan Sistem Kerja Shift. *Techno.Com*, 22(1), 235–246. <https://doi.org/10.33633/tc.v22i1.7049>
- Rachman, R. (2018). Penjadwalan Produksi Garment Menggunakan Algoritma Heuristic Pour. *Jurnal Informatika*, 5(1), 81–89. <https://doi.org/10.31311/ji.v5i1.2743>
- Sulaksmi, A., Garside, A. K., & Hadziqah, F. (2014). Penjadwalan Produksi Dengan Algoritma Heuristik Pour (Studi Kasus: Konveksi One Way – Malang). *Jurnal Teknik Industri*, 15(1), 35–44. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol15.no1.35-44>
- William, & Rosnani Ginting. (2019). Penjadwalan Produksi dengan Algoritma Semut. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.746>