

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka akan menjelaskan tugas penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan permasalahan dengan tugas akhir sekarang yaitu keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Meninjau penelitian-penelitian terdahulu perlu dilakukan untuk dijadikan referensi dasar dalam merancang kerangka berpikir penelitian. *Literature review* juga dapat digunakan sebagai referensi dasar atas solusi pengerjaan dan juga metode-metode yang digunakan oleh penelitian terdahulu terhadap permasalahan terkait, serta dapat menjadi acuan untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian yang sudah ada.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Saat ini banyak perusahaan berkompetisi untuk mendapatkan keunggulan dalam persaingan bisnis. Salah satu syarat guna mencapai keunggulan yaitu dengan mengembangkan sistem produksi yang efektif dan efisien. Sari, dkk (2015) mengatakan bahwa proses produksi memegang peranan penting dalam upaya bersaing dengan pesaing lainnya, karena di dalamnya terdapat perencanaan produksi, penentuan kualitas yang diadaptasi sesuai dengan preferensi konsumen, penjadwalan kegiatan produksi, serta pengolahan limbah yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung.

Telah banyak penelitian yang dilakukan terkait dengan perbaikan proses produksi dalam upaya meminimasi keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Metode-metode yang dapat digunakan tentu saja sangat beragam. Keberagaman metode yang digunakan pada penelitian terdahulu disebabkan karena permasalahan yang dihadapi di penelitian juga beragam. Afiani, & Pujotomo (2017) menyelesaikan permasalahan keterlambatan dengan mencari tahu waktu baku dengan menggunakan *Stopwatch Time Study* pada proses yang dilalui, hal ini menjadi solusi keterlambatan karena perusahaan belum memiliki waktu standar dalam mengerjakan produk, sehingga mengakibatkan keterlambatan penjadwalan. Penentuan waktu baku merupakan solusi yang mungkin untuk dilakukan dalam upaya meminimasi keterlambatan pada perusahaan yang belum memiliki standard waktu pengerjaan, sehingga dengan melakukan penentuan waktu baku dapat membantu perusahaan dalam mengatasi permasalahan keterlambatan. Penelitian yang dilakukan oleh

Agustina & Mulia (2022) dan Wahid & Chumaidi (2020) yang juga menggunakan solusi penentuan waktu baku dengan *Stopwatch Time Study* untuk menyelesaikan permasalahan keterlambatan penyelesaian pekerjaan, kedua penelitian ini memiliki kemiripan yaitu perusahaan sama-sama belum memiliki standard waktu pengerjaan sehingga menyebabkan keterlambatan.

Livia & Alfian (2014) juga melakukan penentuan waktu baku dengan *Stopwatch Time Study* pada penelitiannya, hal ini dikarenakan Bengkel Bubut Chevi Sintong belum memiliki standard waktu pengerjaan, namun terdapat sedikit perbedaan yaitu pada penelitian ini juga dilakukan solusi lain yaitu dengan melakukan perancangan penjadwalan produksi sebagai langkah selanjutnya dalam memecahkan masalah keterlambatan. Metode penjadwalan yang dilakukan oleh Livia & Alfian (2014) adalah metode penjadwalan *Non-Delay*. Penjadwalan juga merupakan suatu solusi yang memecahkan permasalahan keterlambatan. Terdapat berbagai metode penjadwalan yang dapat dilakukan, seperti metode *Non-Delay* yang dilakukan pada penelitian Livia & Alfian (2014), adapun metode *Non-Delay Mesin Majemuk* yang dilakukan oleh Munawir & Cahyanto (2017), dan Wahyudi, dkk (2021) pada penelitian mereka. CDS (*Campbell Dudek Smith*) juga merupakan suatu metode penjadwalan, metode CDS ini diaplikasikan oleh SIdabutar, dkk (2019) pada penelitian mereka dalam mengatasi permasalahan keterlambatan. Penelitian Sari, dkk (2015) juga mengupayakan permasalahan keterlambatan dengan melakukan penjadwalan, dimana pada penelitian ini dilakukan perbandingan metode penjadwalan FCFS (*First Come First Serve*) dengan metode penjadwalan EDD (*Earliest Due Date*) untuk mendapatkan jadwal inisiasi terbaik yang kemudian diolah lebih lanjut dengan Algoritma Tabu Search. Perbandingan metode penjadwalan untuk kemudian memilih hasil terbaik juga dilakukan oleh Sulistiawan & Nurdiansyah (2020), dimana penelitian ini membandingkan 7 metode *One Machine Scheduling* yaitu SPT (*Shortest Processing Time*), FCFS, *Slack*, EDD, *Moore's Algorithm*, LPT (*Longest Processing Time*), dan CR (*Critical Ratio*).

Solusi lainnya yang dapat diupayakan untuk mengatasi permasalahan keterlambatan adalah dengan menata kembali tata letak fasilitas pada area produksi. Dalam studi yang dilakukan oleh Sari, dkk (2021), yang melakukan penelitian pada perusahaan manufaktur pembuatan tangki, ditemukan bahwa masalah keterlambatan produksi yang dihadapi dapat diatasi dengan menata kembali tata letak fasilitas menggunakan metode Algoritma *Simulated Annealing*.

Hal ini menjadi solusi karena teridentifikasi bahwa faktor utama yang berkontribusi pada keterlambatan tersebut adalah jarak perpindahan yang sangat jauh dalam proses produksi. Penelitian ini menghasilkan dua alternatif layout yang dapat menjadi opsi bagi perusahaan, yaitu penataan ulang yang mempertimbangkan ukuran luas area yang dibutuhkan untuk efisiensi produksi, dan penataan ulang dengan mempertimbangkan luas area yang tersedia. Kedua alternatif ini bertujuan untuk mengurangi jarak perpindahan produksi, sehingga dapat mengatasi masalah keterlambatan.

Keterlambatan juga dapat diatasi dengan mengendalikan risiko yang berpotensi menjadi pemicu keterlambatan pada proses produksi. Pendekatan ini diterapkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Bowo (2018). Dalam penelitian tersebut, serangkaian metode dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menganalisa, dan mengatasi potensi risiko yang menyebabkan keterlambatan dalam proses pembuatan *Dies Forging Piston Wheel Cylinder*. *Fishbone Diagram* dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk menggali secara mendalam akar penyebab keterlambatan yang terjadi. Setelah penyebab keterlambatan teridentifikasi, selanjutnya seluruh penyebab dianalisa lebih lanjut dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA merupakan sebuah *tools* sistematis yang dapat digunakan untuk mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan, FMEA juga dapat mengetahui potensi dampak dan juga probabilitas kejadian, serta mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk setiap penyebab (Gazperz, 2002). Upaya perbaikan dan solusi diusulkan berlandaskan mode kegagalan dengan nilai RPN tinggi. Dengan demikian pendekatan yang dilakukan Bowo (2018) dapat dijadikan sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan keterlambatan.

Ringkasan beberapa penelitian terdahulu terkait permasalahan keterlambatan penyelesaian order dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut.

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

Penulis	Objek Penelitian	Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode
Afiani, & Pujotomo	CV. Mansgroup (Piping, perbengkelan)	2017	Keterlambatan produk dikirim kepada konsumen dikarenakan lamanya waktu produksi, keterlambatan yang terjadi mencapai 67.12% pada periode januari 2015 - Mei 2015	Pegukuran dan penentuan waktu baku	Stopwatch Time Study
Agustina	CV. Padupadan (Manufaktur Pakaian Anak)	2022	Fenomena yang kerap dialami oleh perusahaan adalah ketidaksesuaian waktu penyelesaian pesanan atau keterlambatan terhadap waktu yang telah disepakati	Pegukuran dan penentuan waktu baku	Stopwatch Time Study
Alfian	Bengkel Bubut Chevi Sintong	2014	Perusahaan sering mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan yang mengakibatkan biaya jasa perbaikan yang lebih besar & masih adanya mesin yang menganggur	Melakukan Perhitungan Waktu Baku, penjadwalan produksi, & perhitungan biaya jasa perbaikan	Stopwatch Time Study dan Penjadwalan <i>Non delay</i>
Bowo	PT. Sumber Teknik Sentosa (Sparepart Manufacture)	2018	Keterlambatan proses produksi produk Dies Forging Piston Wheel Cylinder	Analisa Risiko serta pengendalian Risiko	Fishbone Diagram, & FMEA

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode
Gawroński, T	Industri Furniture	2012	Perusahaan mengalami penumpukan dan keterlambatan akibat waktu setup tinggi dari variasi pesanan yang kompleks.	Melakukan Penjadwalan Produksi	SPT, SSPT, SIMSET, EDD
Munawir, & Cahyanto	PT. Wangsa Jatra Lestari (Printing)	2017	Perusahaan sering mengalami penumpukan barang setengah jadi dan keterlambatan	Melakukan Penjadwalan Produksi	Penjadwalan Non-Delay Mesin Majemuk
Sldabutar, Amin, & Putri	PT. Tjokro Bersaudara (Bengkel Bubut)	2019	Perusahaan sering mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan	Melakukan Penjadwalan Produksi	Campbell Dudek Smith (CDS)
Sari, Damayanti, & Astuti	CV Artana Engineering (Perusahaan Manufaktur)	2021	Keterlambatan produksi Tangki	Melakukan Perancangan Ulang Tata Letak	Algoritma Simulated Annealing Heuristik
Sari, Tama, & Tantriika	Divisi PPIP PT. Barata Indonesia (Persero)	2015	Perusahaan sering mengalami keterlambatan dalam memenuhi order	Melakukan Penjadwalan Produksi	Penjadwalan FCFS, EDD, & Algoritma Tabu Search

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Tahun	Permasalahan	Solusi	Metode
Sulistiawan, Agus, & Nurdiansyah	UD. Mandiri Meubel dan Furniture	2020	Perusahaan sering kali tidak dapat memenuhi target konsumen karena terjadi keterlambatan produksi.	Melakukan 7 Metode Penjadwalan Satu Mesin untuk Penjadwalan Produksi dan Memilih Hasil yang Memiliki Makespan Paling Kecil	Penjadwalan SPT, FCFS, Slack, EDD, Moore, LPT, CR
Wahid, & Chumaidi	UD. Jaya Motor (Sparepart, & Otomotif Roda Dua)	2020	Sering terjadinya keterlambatan pengiriman kepada konsumen dikarenakan lamanya waktu produksi	Pegukuran dan penentuan waktu baku	Stopwatch Time Study
Wahyudi, Wicaksana, & Andriani	IKM Mayati (Konveksi)	2021	Perusahaan sering kali mengalami penyelesaian pekerjaan yang melebihi waktu target (due-date)	Melakukan Penjadwalan Produksi	Penjadwalan Non-Delay Mesin Majemuk

2.2. Dasar Teori

Pada Sub Bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Dasar teori merujuk kepada pustaka dan akan menjadi dasar-dasar dalam melakukan penelitian

2.2.1. Jasa

Jasa, menurut Parasuraman et al. (2005), didefinisikan sebagai aktivitas yang memberikan manfaat dan diberikan oleh satu pihak kepada pihak lain, meskipun manfaat tersebut tidak memiliki bentuk fisik dan juga tidak memberikan kepemilikan atas sesuatu. Penelitian ini berkonsentrasi pada jasa reparasi atau perbaikan suku cadang atau komponen mesin. Jasa ini bertujuan untuk memperbaiki kondisi dan fungsi alat yang rusak dengan menggunakan alat tertentu sehingga alat tersebut dapat berfungsi seperti semula. Tingkat kesulitan yang terkait dengan penyediaan jasa reparasi ini bervariasi dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks (Welim dkk., 2015).

2.2.2. Bengkel

Welim et al. (2015) menyatakan bahwa bengkel adalah tempat di mana alat dan mesin diperbaiki, diperbaiki, dan dimodifikasi. Mereka juga memproduksi suku cadang mesin dan melakukan perakitan mesin. Suku cadang, menurut Welim et al. (2015), adalah item yang terdiri dari beberapa komponen yang dapat melakukan fungsi tertentu ketika digabungkan. Setiap komponen yang membentuk kendaraan bermotor memiliki suku cadang ukuran lebih kecil. Suku cadang dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Suku cadang baru yaitu suku cadang yang belum pernah digunakan untuk memperbaiki kendaraan kecuali pada saat pengecekan kualitas di pabrik.
- b. Suku cadang bekas adalah komponen yang sebelumnya telah digunakan dalam jangka waktu tertentu, baik masih layak pakai secara teknis maupun sudah tidak layak pakai meskipun telah melalui proses rekondisi.

Menurut Welim et al. (2015), Negara-negara berkembang masih banyak menggunakan suku cadang bekas yang telah melewati batas umur pakainya. Hal ini berbeda dengan negara-negara maju yang sangat memperhatikan masa pakai suatu barang demi menjaga kualitas dan keamanan.. Orang-orang yang memiliki kendaraan bermotor cenderung menggunakan suku cadang yang sudah lewat masa pakai untuk menghemat uang dan menggunakan suku cadang bekas yang belum dirawat karena harganya yang murah.

2.2.3. Time Study

Time Study, juga dikenal sebagai pengukuran waktu, adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan berapa lama akan dibutuhkan operator yang memenuhi standar tertentu untuk menyelesaikan tugas dalam kondisi kerja yang ideal. Menurut definisi Heizer and Render (2012), yang dikutip oleh Reyanta (2022), studi waktu adalah teknik untuk mengevaluasi kinerja operator yang menentukan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sampel pekerjaan tertentu, dengan hasil yang digunakan untuk menetapkan standar waktu kerja. Terdapat dua Teknik dalam melakukan pengukuran waktu, yaitu:

- a. Teknik pengukuran langsung
Teknik ini dilakukan dengan menggunakan Teknik pengukuran jam henti (*stopwatch*) dan sampling pekerja (*work sampling*) langsung di lapangan.
- b. Teknik pengukuran tidak langsung
Teknik ini dilakukan dengan menggunakan data waktu baku atau data waktu Gerakan

Terdapat beberapa tujuan dari *time study*, yaitu:

- a. Penentuan waktu standar
Penentuan waktu standar yang diperlukan oleh operator dalam mengerjakan suatu pekerjaan dapat dicapai dengan melakukan *time study*.
- b. Pengembangan sistem
Perusahaan dapat menerapkan *time study* untuk membangun sistem yang lebih efisien, karena melalui *time study*, perusahaan mampu menjadwalkan serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya berdasarkan hasil pengukuran waktu kerja yang telah dianalisis secara optimal.
- c. Standarisasi operator dan pelatihan operator
Time study memungkinkan perusahaan dapat menentukan batas waktu atau waktu standar yang harus dipenuhi oleh operator dalam melakukan pekerjaan. Maka hal ini akan mendorong operator untuk menjadi lebih mahir dalam melakukan pekerjaan.

2.2.4. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual atau gangguan dalam model regresi mengikuti distribusi normal. Model regresi yang ideal ditandai dengan residual yang terdistribusi normal atau mendekati normal. Salah

satu metode untuk menilai normalitas adalah melalui *normal probability plot*, yang membandingkan distribusi kumulatif data aktual dengan distribusi kumulatif dari distribusi normal. Jika data berdistribusi normal, titik-titik data akan membentuk pola yang mengikuti garis diagonal lurus (Ghozali, 2011).

Dalam tugas akhir ini, pengujian normalitas dilakukan dengan melihat nilai signifikansi pada uji Shapiro-Wilk karena jumlah data kurang dari 50. Sementara jika jumlah data melebihi 50, maka uji Kolmogorov-Smirnov digunakan. Berdasarkan kriteria dari Sarjono dan Julianto (2011), interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai signifikansi (sig) dari uji Shapiro-Wilk/Kolmogorov-Smirnov lebih dari 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal.
2. Jika nilai signifikansi (sig) kurang dari 0,05, maka data tidak berdistribusi normal.

Uji normalitas data Shapiro-Wilk dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$w = \frac{b^2}{SS} \quad (2.1)$$

$$b = \sum_{i=1}^m a_i(x_{n+1-i} - x_i) \quad (2.2)$$

$$SS = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.3)$$

2.2.5. Uji Keseragaman dan Uji Kecukupan Data

a. Uji Keseragaman

Menurut Nabila (2021), uji keseragaman data adalah proses analisis statistik yang bertujuan untuk menentukan apakah data yang diamati berasal dari sistem yang sama atau apakah ada perbedaan signifikan di antara kelompok atau sampel data. Ini sangat penting karena memengaruhi proses perencanaan strategis, pengambilan keputusan, dan perbaikan proses. Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{N - 1}} \right] \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k\sigma \\ BKB &= \bar{x} - k\sigma \end{aligned} \quad (2.5)$$

Dimana:

σ : Standar deviasi

x : Nilai data

k : Tingkat keyakinan

BKA : Batas kontrol atas

BKB : Batas kontrol bawah

Data dinyatakan seragam jika nilai data berada dibawah nilai BKA dan diatas nilai BKB

b. Uji Kecukupan

Menurut Nabila (2021), langkah penting dalam proses tugas akhir adalah uji kecukupan data, yang bertujuan untuk menentukan apakah jumlah data yang digunakan untuk pengukuran atau tugas akhir cukup mewakili karakteristik populasi yang diamati. Uji kecukupan data adalah langkah penting dalam metode tugas akhir yang berkontribusi pada kualitas hasil tugas akhir dan analisis data yang dihasilkannya. Dengan memahami dan menjalankan uji kecukupan data dengan benar, peneliti dapat memastikan bahwa temuan tugas akhir lebih dapat diandalkan, valid, dan dapat digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih kuat. (Ngurah et al., 2022). Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (2.6)$$

Keterangan:

k : Tingkat keyakinan

s : Tingkat ketelitian

N : Jumlah data

N' : N hitung

x : Nilai data

Kondisi data dinyatakan cukup jika nilai $N' < N$, jika kondisi data tidak cukup maka perlu dilakukan penambahan data dengan mengambil data Kembali.

2.2.6. Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian pekerjaan, dimana aktivitas pekerjaan yang diukur termasuk aktivitas berjalan ataupun manual. Waktu siklus adalah durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada satu stasiun kerja, yang menggambarkan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah tugas dari awal hingga selesai. (Parthar, dkk. 2012). Waktu siklus dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$WS = \text{Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan} \quad (2.7)$$

Keterangan :

WS = Waktu Siklus

2.2.7. Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproses suatu pekerjaan oleh pekerja yang memiliki kualifikasi yang baik dan melakukan pekerjaan dalam keadaan normal. Menurut Tarigan (2015) pada Agustina & Mulia (2022) waktu normal didefinisikan sebagai jumlah waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan tugas atau kegiatan dengan tenang tanpa tergesa-gesa dan tidak sampai mengganggu kesehatan pekerja tersebut. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung waktu normal.

$$WN = WS \times (1 - \text{Faktor Penyesuaian}) \quad (2.8)$$

Keterangan :

WS = Waktu Siklus

WN = Waktu Normal

Faktor penyesuaian digunakan untuk menormalkan kecepatan kerja setiap pekerja, hal ini dikarenakan setiap karyawan memiliki kecepatan kerja yang berbeda-beda saat melakukan pekerjaan. Untuk menentukan nilai penyesuaian dapat menggunakan berbagai metode. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menentukan nilai faktor penyesuaian adalah metode *Westinghouse*. Metode *Westinghouse* merupakan metode yang menilai kinerja kerja setiap pekerja secara subjektif dengan mempertimbangkan 4 faktor yaitu kemampuan (*Skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). Berikut merupakan tabel 2.2. yang menampilkan nilai dari faktor penyesuaian metode *Westinghouse*.

Tabel 2.2. Faktor Penyesuaian Metode Westinghouse

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Skill	Superskill	A1	0.15
		A2	0.13
	Excellent	B1	0.11
		B2	0.08
	Good	C1	0.06
		C2	0.03
	Average	D	0
	Fair	E1	-0.05
		E2	-0.1
	Poor	F1	-0.16
		F2	-0.22
Effort	Excessive	A1	0.13
		A2	0.12
	Excellent	B1	0.1
		B2	0.08
	Good	C1	0.05
		C2	0.02
	Average	D	0
	Fair	E1	-0.04
		E2	-0.08
	Poor	F1	-0.12
		F2	-0.17
Condition	Ideal	A	0.06
	Excellent	B	0.04
	Good	C	0.02
	Average	D	0
	Fair	E	-0.03
	Poor	F	-0.07
Consistency	Perfect	A	0.04
	Excellent	B	0.03
	Good	C	0.01
	Average	D	0
	Fair	E	-0.02
	Poor	F	-0.04

Dalam melakukan penilaian faktor penyesuaian terhadap performansi kerja yaitu kemampuan (*skill*) dan usaha (*effort*) adapun kriteria yang dijabarkan pada beberapa tabel berikut.

Tabel 2.3. Kriteria Penilaian Faktor Penyesuaian (Skill)

Kategori	Ciri-ciri
Super Skill	1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
	2. Bekerja dengan sempurna
	3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik
	4. Gerakan – gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk
	5. Kadang – kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan – gerakan mesin.
	6. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat

Excellent Skill	7. Tidak terkesan adanya gerakan – gerakan berpikir dan merencanakan dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis)
	8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan bersangkutan adalah pekerjaan
	1. Percaya pada diri sendiri
	2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
	3. Terlihat telah terlatih baik.
	4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran–pengukuran atau
	5. Gerakan–gerakan kerja beserta urutan–urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
	6. Menggunakan peralatan dengan baik.
	7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
Good Skill	8. Bekerjanya cepat tetapi halus.
	9. Bekerja berirama dan terkoordinasi.
	1. Kualitas hasil baik.
	2. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerjaan pada
	3. Dapat memberikan petunjuk – petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya
	4. Tampak jelas sebagai kerja yang cakap .
	5. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
	6. Tiada keragu-raguan
	7. Bekerjanya “stabil”
Average Skill	8. Gerakannya – gerakannya terkoordinasi dengan baik.
	9. Gerakan – gerakannya cepat.
	1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
	2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
	3. Terlihatnya ada pekerjaan – pekerjaan yang berencana.
	4. Tampak sebagai pekerja yang cakap.
	5. Gerakan – gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu – raguan.
	6. Mengkoordinasikan tangan dan pikiran dengan cukup baik.
	7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk
Fair Skill	8. Bekerjanya cukup teliti.
	9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.
	1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
	2. Mengenal peralatan dan lingkuan secukupnya.
	3. Terlihat adanya perencanaan – perencanaan sebelum melakukan gerakan.
	4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
	5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan
	6. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak selalu tidak
	7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan – kesalahan sendiri.
Poor Skill	8. Jika tidak bekerja sungguh – sungguh outputnya akan sangat rendah
	9. Biasanya tidak ragu – ragu dalam menjalankan gerakan – gerakanya.
	1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
	2. Gerakan – gerakannya kaku.
	3. Kelihatan ketidak yakinannya pada urutan – urutan gerakan.

4. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
6. Ragu – ragu dalam menjalankan gerakan – gerakan kerja.
7. Sering melakukan kesalahan – kesalahan
8. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
9. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

Tabel 2.4. Kriteria Penilaian Faktor Penyesuaian (Effort)

Kategori	Ciri-ciri
Excessive Effort	1. Kecepatan sangat berlebihan.
	2. Usahnya sangat sesungguhnya-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
	3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.
Excellent Effort	1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
	2. Gerakan-gerakan lebih “ekonomis” daripada operator-operator biasa.
	3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
	4. Banyak memberi saran - saran.
	5. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang.
	6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
	7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.
	8. Bangga atas kelebihannya.
	9. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
	10. Bekerja sistematis.
	11. Karena lancarnya, perpindahan dari satu element keelemen lainnya tidak terlihat.
Good Effort	1. Bekerja berirama
	2. Saat-saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada.
	3. Penuh perhatian pada pekerjaan.
	4. Senang pada pekerjaannya
	5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
	6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
	7. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang.
	8. Dapat memberikan saran-saran untuk perbaikan kerja.
	9. Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
	10. Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik.
	11. memelihara dengan baik kondisi peralatan.
Average Effort	1. Tidak sebaik 'good' , tetapi lebih baik dari 'poor' .
	2. Bekerja dengan Stabil.
	3. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya.
	4. Set Up dilakukan dengan baik.
	5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

Fair Effort	1. Saran-saran yang baik diterima dengan kesal.
	2. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaanya.
	3. Kurang sungguh-sungguh.
	4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
	5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
	6. Alat-alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.
	7. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaanya.
	8. Terlampau hati-hati.
	9. Sitematika kerjanya sedang-sedang aja.
	10. Gerakan-gerakan tidak terencana.
Poor Effort	1. Banyak membuang-buang waktu.
	2. Tidak memperhatikan adanya minat bekerja.
	3. Tidak mau menerima saran-saran.
	4. Tampak malas dan lambat bekerja.
	5. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat -alat dan
	6. Tempat kerjanya tidak diatur rapi.
	7. Tidak perduli pada cocok/ baik tidaknya peralatan yang dipakai.
	8. Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
	9. Set Up kerjanya terlihat tidak baik.

2.2.8. Waktu Baku

Wignjosoebroto (2008) mendefinisikan waktu baku sebagai jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas oleh pekerja dimana pekerja tersebut memiliki kemampuan rata-rata. Menurut Reyanta (2022) perhitungan waktu baku diperlukan untuk merencanakan kebutuhan tenaga kerja, memperkirakan biaya tenaga kerja, menjadwalkan serta menganggarkan produksi, merencanakan pemberian bonus terhadap pekerja yang berprestasi, dan menggambarkan output yang dapat dihasilkan oleh pekerja. Waktu baku diperoleh melalui perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$WB = WN \times (1 + \text{Faktor Kelonggaran}) \quad (2.9)$$

Keterangan :

WB = Waktu Baku

WN = Waktu Normal

Menurut Tarigan (2015), seorang teknisi yang bekerja secara normal namun menambahkan waktu pada jam kerja normalnya dapat dikatakan sedang menggunakan waktu kelonggaran.. Menurut Satalaksana (1979) dalam Beauty (2018) karena setiap pekerjaan memiliki karakteristik sendiri-sendiri dengan “tuntutan” yang berbeda-beda, kelonggaran diberikan dengan 3 tujuan yaitu untuk memenuhi kebutuhan pribadi, menghilangkan kelelahan, dan adanya

hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindari. Terdapat beberapa kelompok kelonggaran berdasarkan 3 hal tersebut, yaitu tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, Gerakan kerja, kelelahan mata, suhu, keadaan atmosfer, dan kondisi lingkungan yang baik (Reyanta, 2022). Berikut adalah tabel 2.5. yang menunjukan gambaran detail penentuan faktor kelonggaran



Tabel 2.5. Faktor Kelonggaran (Beauty, 2018)

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
			<u>Pria</u>	<u>Wanita</u>
A. Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	tanpa beban	0,00-6,0	0,00-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	dias 50 kg		
B. Sikap kerja				
1. Duduk		Bekerja duduk, ringan		0,00-1,0
2. Berdiri diatas dua kaki		Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0-2,5
3. Berdiri diatas satu kaki		Satu kaki mengerjakan alat control		2,5-4,0
4. Berbaring		Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5-4,0
5. Membungkuk		Badan dibukukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0-10,0
C. Gerakan kerja				
1. Normal		Ayunan bebas dari palu		0
2. Agak terbatas		Ayunan terbatas dari palu		0-5
3. Sulit		Membawa beban berat dengan satu tangan		0-5
4. Pada anggota-anggota badan terbatas		Bekerja dengan tangan diatas kepala		5-10
5. Seluruh anggota badan terbatas		Bekerja di lorong pertambangan yang sempit		10-15
D. Kelelahan mata *)			<u>Pencapaian baik</u>	<u>Buruk</u>
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		0,0-6,0	0,0-6,0
2. Pandangan yang hamper terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0-7,5	6,0-7,5
3. Pandangan yang terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain		12,0-19,0	16,0-30,0
5. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap			19,0-30,0	
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah			30,0-50,0	
E. Keadaan suhu tempat kerja **)			<u>Kelelahan normal</u>	<u>Berlebihan</u>
1. Beku		<u>Suhu (°C)</u> dibawah 0	dias 10	dias 12
2. Rendah		0-13	10-0	12-5
3. Sedang		13-22	5-0	8-0
4. Normal		22-28	0-5	0-8

Tabel 2.5. Lanjutan

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
5. Tinggi		28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi		diatas 38	diatas 40	diatas 100
F. Keadaan atmosfer ***)				
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0-5	
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun atau tidak beracun tetapi banyak		5-10	
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat pernapasan		10-20	
G. Keadaan lingkungan yang baik				
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0-1	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1-3	
4. Sangat bising			0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5	
6. Terasa adanya getaran lantai			5-10	
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5-15	

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

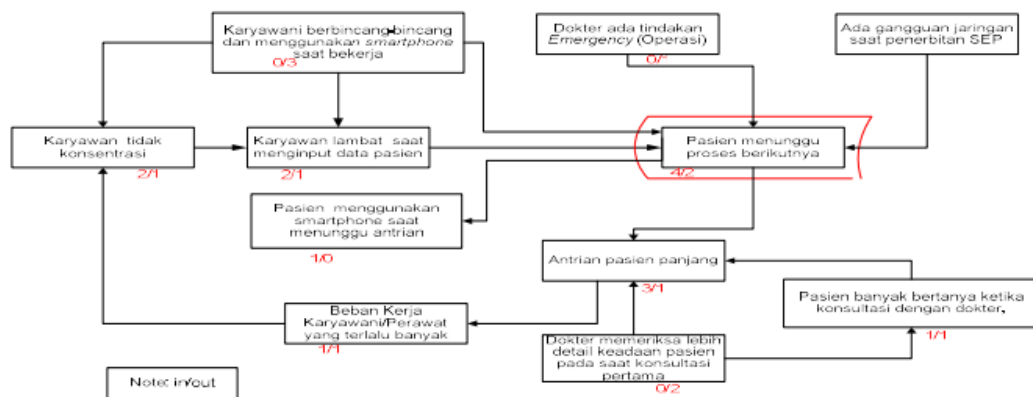
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap: Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0-2,5%

Wanita = 2-5%

2.2.9. Interrelationship Diagram

Salah satu alat analisis yang dapat mengidentifikasi penyebab dan efek yang timbul dari banyak aspek dalam keadaan yang kompleks adalah diagram interrelationship (Vincentrisia, 2013). Dengan menghubungkan penyebab-penyebab yang ada pada permasalahan, interrelationship diagram bertujuan menemukan solusi permasalahan yang tepat. Interrelationship diagram ini memudahkan untuk membedakan antara persoalan atau masalah penyebab dengan masalah yang timbul dari masalah (Devani & Sari, 2018). Interrelationship diagram dapat dilihat sebagai alat untuk mengkategorikan hubungan penyebab dan akibat masalah yang kompleks serta untuk menganalisis dan mendeteksi kesulitan secara sistematis (Nirwana, 2019).



Gambar 2.1. Interrelationship Diagram

Sumber: Deviani & Sari, 2018

2.2.10. Penjadwalan

Sistem penjadwalan pertama kali diperhatikan pada awal abad ke-20 dan awalnya dikembangkan oleh Henry Laurence Gantt. Tugas akhir operasional mulai memasukkan penjadwalan pada tahun 1950-an. Dynamic Programming dan Integer Programming digunakan untuk memecahkan masalah penjadwalan. Peneliti operasi, programmer, dan insinyur industri tertarik pada teknologi penjadwalan dan terlibat dalam studi mendalam tentang masalah jadwal yang menjadi semakin kompleks.

Jadwal adalah proses mengalokasikan sumber daya ke sekelompok tugas sehingga dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang ditentukan sebelumnya. Urutan Pekerjaan (*Sequencing*), waktu awal dan akhir pekerjaan (*timing*), dan

urutan pekerjaan (*routing*) adalah faktor-faktor dalam keputusan penjadwalan. (Gozali, 2013)

Tujuan utama penjadwalan menurut Nasution yang disampaikan oleh Ulya (2022), yaitu:

- a. Dengan menggunakan sumber daya lebih efisien atau mengurangi jumlah waktu menunggu, waktu pemrosesan dapat dikurangi secara keseluruhan dan produktivitas dapat meningkat.
- b. Memungkinkan mengurangi jumlah pekerjaan yang menunggu. Menurut Baker, jika alur kerja yang terjadwal tetap konstan akan mengurangi jumlah pekerjaan menunggu
- c. Meminimalkan biaya penalti
- d. Memberikan panduan terkait perencanaan kapasitas dan jenis kapasitas yang dibutuhkan

Menurut Sidabutar, dkk. (2019) terdapat beberapa konsep dan istilah yang akan digunakan dalam penjadwalan

- a. *Ready time*, Menunjukkan kapan suatu pekerjaan dapat dikerjakan atau siap dijadwalkan
- b. *Processing Time*, yaitu perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
- c. *Makespan*, yaitu waktu untuk menyelesaikan semua pekerjaan.
- d. *Due Date*, merupakan waktu yang ditetapkan atau batas waktu untuk penyerahan produk kepada customer
- e. *Completion Time*, adalah jangka waktu antara awal tugas pertama pada tugas $t=0$ dan waktu ketika tugas i telah diselesaikan
- f. *Lateness*, penyimpangan pada completion time dan due date pekerjaan.
- g. *Tardiness*, adalah nilai keterlambatan tugas. Nilai akan positif jika tugas terlambat dan nilai akan negative jika *early*.
- h. *Earliness*, nilai keterlambatan yang menyatakan bahwa tugas telah diselesaikan sebelum *due date*-nya.
- i. *Flow Time*, adalah hasil penjumlahan *processing time* dan waktu tunggu tugas sebelum dikerjakan.
- j. *Slack*, yaitu sisa waktu antara *due date* dan *processing time*

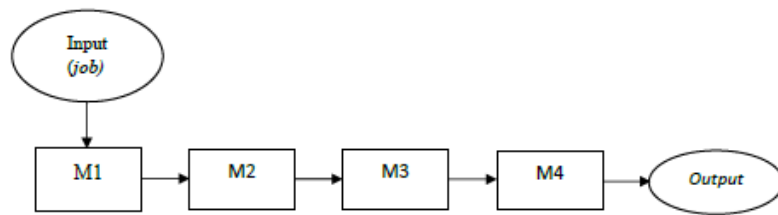
2.2.11. Jenis-Jenis Penjadwalan

Conway mengungkapkan bahwa terdapat beberapa faktor sehingga masalah penjadwalan dapat diklasifikasikan (Sldabutar, dkk. 2019). Beberapa faktor tersebut yaitu:

- A. Jumlah mesin, ada dua kategori penjadwalan berdasarkan jumlah mesin yang digunakan dalam proses, yaitu:
 - a. Penjadwalan pada mesin tunggal
 - b. Penjadwalan pada mesin banyak
- B. Pola kedatangan job, berdasarkan pola kedatangan job, penjadwalan dibagi menjadi dua kategori, yaitu:
 - a. Penjadwalan statis, yaitu dimana semua job datang pada waktu yang sama.
 - b. Penjadwalan dinamis, yaitu dimana waktu datangnya job tidak menentu, job datang pada waktu yang acak.
- C. Sistem informasi, pada faktor ini penjadwalan juga dibagi menjadi 2 kategori, yaitu:
 - a. Informasi bersifat deterministik
 - b. Informasi bersifat stokastik

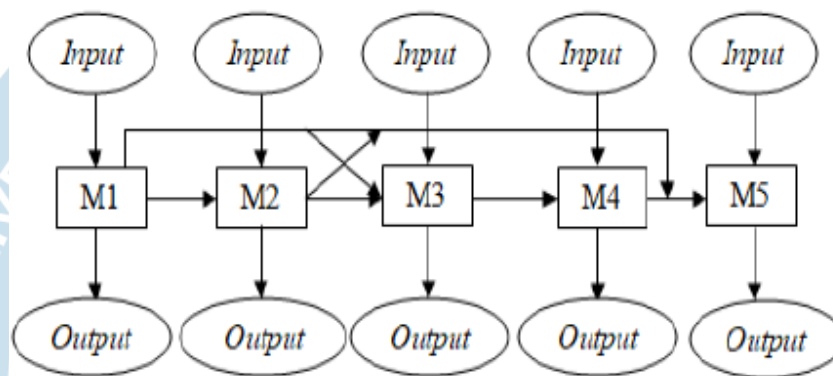
Informasi terkait fitur pekerjaan seperti waktu kedatangan, tenggat waktu penyelesaian, perbedaan minat dalam seluruh pekerjaan, dan jumlah operasi serta waktu yang dibutuhkan untuk tiap operasi disertakan disini. Informasi juga mencakup karakteristik mesin, seperti jumlah mesin yang tersedia, kapasitas, kemampuan beradaptasi, dan efisiensi penggunaannya dalam berbagai jenis pekerjaan.

- D. Aliran Proses, penjadwalan dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan aliran proses yang ada pada rantai produksi. Adapun 3 kategori tersebut dijelaskan sebagai berikut:
 - a. *Pure Flow Shop*, job-job memiliki pola aliran yang seragam. Tiap pekerjaan melewati mesin yang beroperasi dari tahap awal hingga tahap akhir sesuai dengan urutan yang ditetapkan.



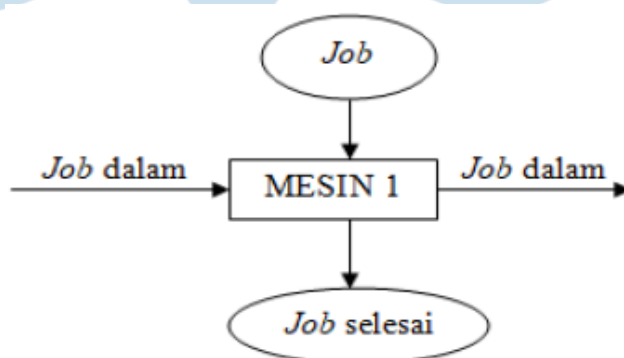
Gambar 2.2. Pola Aliran Pure Flow Shop

- b. *General Flow Shop*, Pola aliran pekerjaan tidak sama namun setiap job melalui semua mesin.



Gambar 2.3. Pola Aliran General Flow Shop

- c. *Job Shop*, Setiap pekerjaan pada *job shop* memiliki pola aliran yang berbeda, dengan urutan yang acak, dan setiap *job* bergerak secara *random*.



Gambar 2.4. Pola Aliran Job Shop

2.2.12. Penjadwalan Algoritma Heuristik

Metode algoritma heuristik merupakan salah satu pendekatan yang dinilai cukup efisien dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan. Algoritma ini digolongkan ke dalam algoritma sub-optimal, yaitu algoritma yang tidak selalu

menghasilkan solusi paling optimal. Meski begitu, pendekatan heuristik mampu menangani permasalahan yang kompleks dan berukuran besar dengan cara menemukan solusi yang cukup baik dan dapat memenuhi berbagai kriteria. Selain memerlukan waktu komputasi yang relatif singkat, algoritma ini juga dikenal mudah diterapkan serta memiliki fleksibilitas yang tinggi (Pinedo, 2008)

Heuristic Dispatching Rules adalah metode penjadwalan yang memanfaatkan kriteria prioritas untuk menentukan urutan pengerjaan tugas pada masing-masing mesin. Penggunaan aturan prioritas ini cukup umum dalam praktik penjadwalan karena proses penerapannya tergolong sederhana serta dapat mempercepat waktu penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan. Dalam tugas akhir ini, fokus diarahkan pada tiga jenis aturan dalam Heuristic Dispatching, yaitu *Longest Processing Time* (LPT), *Shortest Processing Time* (SPT), dan *Earliest Due Date* (EDD).

A. *Longest Processing Time* (LPT)

Merupakan teknik penjadwalan yang mengutamakan pekerjaan dengan durasi penyelesaian paling panjang untuk dikerjakan terlebih dahulu.

B. *Shortest Processing Time* (SPT)

Metode ini memberikan prioritas utama pada pekerjaan dengan durasi proses paling singkat. Pendekatan ini dikenal efektif dalam mengurangi waktu aliran pekerjaan serta menurunkan jumlah rata-rata pekerjaan yang berada dalam sistem. Namun, kekurangannya terletak pada kemungkinan pekerjaan berdurasi panjang mengalami penundaan secara berkelanjutan, karena pekerjaan yang lebih singkat selalu didahulukan. Kondisi ini mungkin tidak langsung terlihat oleh pelanggan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian rutin terhadap pekerjaan berdurasi panjang

C. *Earliest Due Date* (EDD)

Job dengan tenggat waktu paling awal akan mendapatkan prioritas paling tinggi dalam metode ini. Pendekatan ini sangat efektif digunakan ketika isu keterlambatan menjadi perhatian utama. Strategi ini membantu mengurangi kemungkinan keterlambatan, terutama untuk pekerjaan yang dikenai penalti jika tidak selesai sebelum batas waktu yang ditentukan.

2.2.13. Non delay

Metode penjadwalan *Non-delay* merupakan metode penjadwalan mesin produksi yang bertujuan untuk memaksimalkan penggunaan mesin tanpa ada waktu

menganggur. Metode ini tidak membiarkan mesin berhenti bekerja jika ada operasi yang masih membutuhkan mesin tersebut. Ketika beberapa operasi membutuhkan mesin yang sama pada waktu yang bersamaan, metode ini menggunakan aturan prioritas SPT (*Shortest Processing Time*), dengan demikian berarti mesin akan memprioritaskan pekerjaan dengan waktu penyelesaian paling singkat.

Sebelum melakukan penjadwalan *non-delay*, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan yaitu mengidentifikasi alur proses produksi secara keseluruhan, memahami setiap tugas yang harus diselesaikan, dan mengidentifikasi mesin yang terlibat dalam proses produksi. Selain itu, perlu menghitung waktu proses atau waktu baku untuk setiap tugas agar dapat dengan akurat menentukan prioritas berdasarkan SPT.

Oleh karena itu, penjadwalan *non-delay* merupakan suatu metode yang efektif untuk mengoptimalkan penggunaan mesin, meminimalkan waktu menganggur, dan memastikan bahwa setiap tugas diselesaikan dengan baik. Langkah-langkah serta notasi yang digunakan dalam metode penjadwalan *non-delay* dapat diuraikan sebagai berikut.

a. Notasi yang digunakan pada algoritma *non-delay* adalah sebagai berikut:

P_{st} = Suatu jadwal parsial yang mengandung sejumlah t operasi yang telah dijadwalkan.

S_t = Set operasi-operasi yang siap dijadwalkan pada saat stage ke- t . t = Stage

R_j = Saat paling awal dimana operasi $j \in S_t$ siap dijadwalkan atau dikerjakan

C_j = Saat paling awal operasi $j \in S_t$ dapat diselesaikan dimana $J = R_j + t_{ij}$, t_{ij} = waktu proses pekerjaan i pada operasi j .

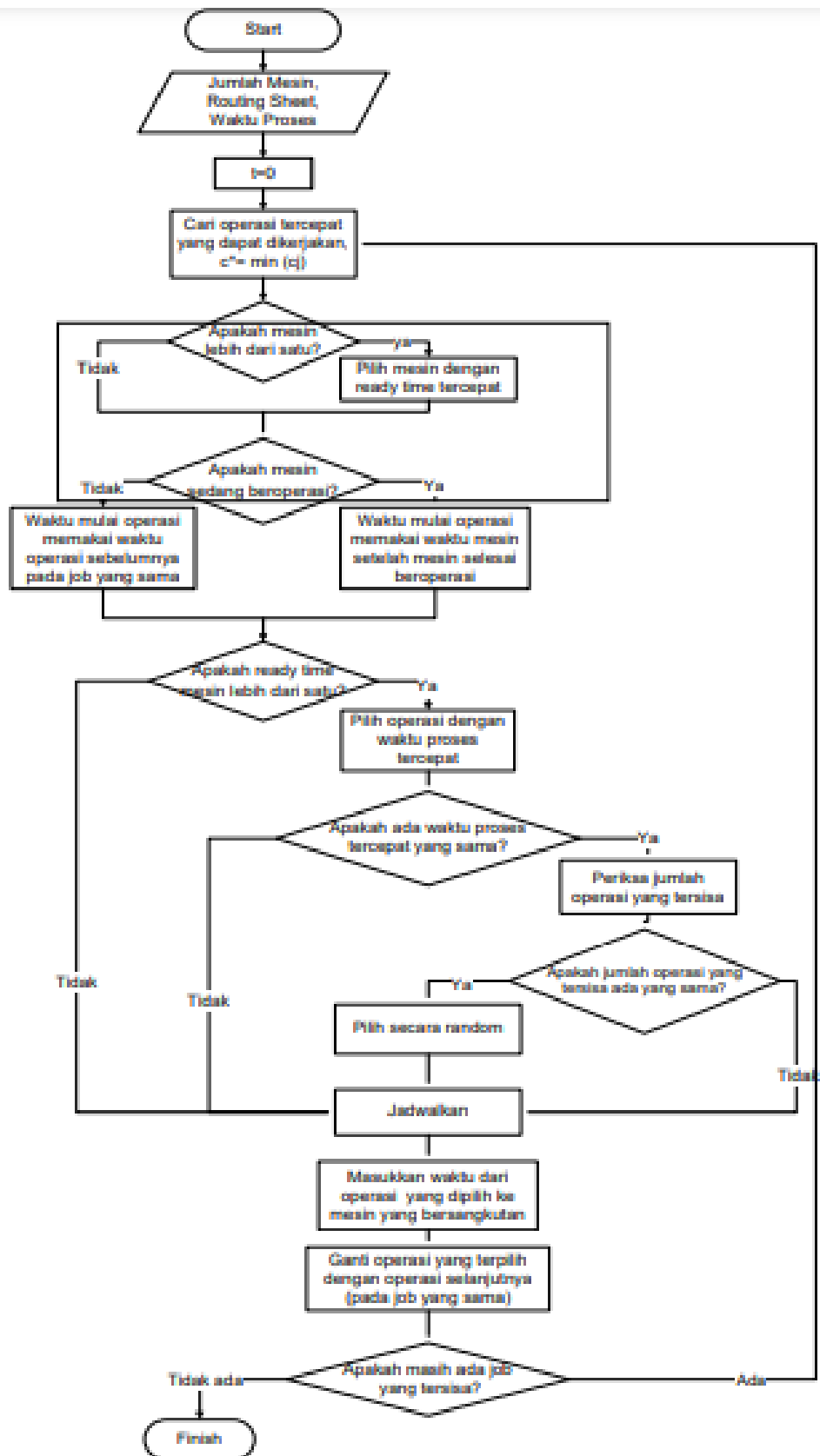
b. Langkah-langkah dalam melakukan algoritma *non-delay* yaitu sebagai berikut:

Step 1 : $t = 0$, dimulai dengan $P_{st} = 0$ (jadwal parsial yang mengandung t operasi terjadwal). Pada mulanya, S_t adalah tentang semua aktivitas tanpa adanya pendahulu.

Step 2 : Tentukan c^* yang merupakan C_j minimum pada stage p (saat paling awal operasi j dapat dikerjakan)

- Step 3* : Meninjau kondisi mesin apakah sedang beroperasi. Jika mesin tidak beroperasi, maka waktu mulai operasi disesuaikan dengan waktu selesai dari operasi sebelumnya pada tugas yang sama. Namun, jika mesin sedang beroperasi, waktu mulai operasi ditentukan berdasarkan waktu selesai operasi sebelumnya pada mesin tersebut.
- Step 4* : Melihat apakah *ready time* mesin minimum lebih dari satu. Jika ya, berarti lanjutkan ke Langkah 5. Jika tidak, lanjutkan ke Langkah 8.
- Step 5* : Pilih operasi berdasarkan aturan prioritas SPT atau waktu proses tercepat. Jika ada lebih dari satu operasi, maka prioritas selanjutnya lanjutkan ke Langkah 6. Jika sudah terpilih satu operasi untuk dijadwalkan, lanjutkan ke Langkah 8
- Step 6* : Pilih operasi berdasarkan Most Work Remaining (MWKR) atau jumlah job terbanyak yang belum dikerjakan. Jika setelah prioritas MWKR masih ada lebih dari satu operasi yang dapat dijadwalkan, lanjutkan ke Langkah 7. Namun, jika hanya ada satu operasi dengan waktu proses tercepat, lanjutkan ke Langkah 8.
- Step 7* : Pilih operasi secara acak. Lanjutkan ke Langkah 8.
- Step 8* : Jadwalkan operasi tersebut. Lanjutkan ke Langkah 9.
- Step 9* : Masukkan waktu dari operasi yang dipilih ke mesin yang bersangkutan. Lanjutkan ke Langkah 10.
- Step 10* : Gantilah operasi terpilih dengan operasi selanjutnya (untuk *job* yang sama). Lanjutkan ke Langkah 11
- Step 11* : Lihat apakah ada pekerjaan yang tersisa. Jika jawabannya ya, maka kembali ke langkah 2 untuk menentukan kapan operasi tercepat dapat dimulai. Jika jawabannya tidak, maka proses telah selesai.

Namun pada saat ini perusahaan-perusahaan menggunakan mesin majemuk bahkan kompleks pada prakteknya. Oleh karena itu, algoritma *non-delay* yang awalnya dibuat untuk mesin tunggal tidak lagi relevan pada saat ini. Maka algoritma *non-delay* telah dikembangkan dan dioptimalkan untuk penjadwalan pada mesin majemuk. Berikut dibawah ini adalah gambar 2.5., yang merupakan *flowchart* algoritma penjadwalan *non-delay* untuk mesin majemuk.



Gambar 2.5. Flowchart Algoritma Penjadwalan Non-Delay Mesin Majemuk

Sumber: Ong (2013)