

**USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI PADA BAGIAN MESIN  
HDPE DENGAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA *NON  
DELAY* PADA PT. SINAR UTAMA NUSANTARA**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**AFRIZAL PANJAITAN**

**188150006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDSUTRI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2023**



**USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI PADA BAGIAN MESIN  
HDPE DENGAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA *NON  
DELAY* PADA PT. SINAR UTAMA NUSANTARA**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas  
Teknik Universitas Medan Area



Oleh:

**AFRIZAL PANJAITAN**

**188150006**


**PROGRAM STUDI TEKNIK INDSUTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**


**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Usulan Penjadwalan Mesin Produksi Pada Bagian Mesin HDPE  
Dengan Menggunakan Metode Algoritma Non Delay Pada PT.  
Sinar Utama Nusantara.  
Nama : Afrizal Panjaitan  
NPM : 188150006  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I  
  
Sutrisno, ST, MT  
NIDN: 0102027302

Pembimbing II  
  
Healthy Aldriani Prasetyo, ST, MT  
NIDN: 0119057802

Mengetahui:

  
Fakultas Teknik  
Dr. Rahmatullah, S.Kom. M.Kom  
NIDN: 0105058804

  
Kerua Program Studi  
Nukho Andri Silvana, ST, MT  
NIDN: 0127038802



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

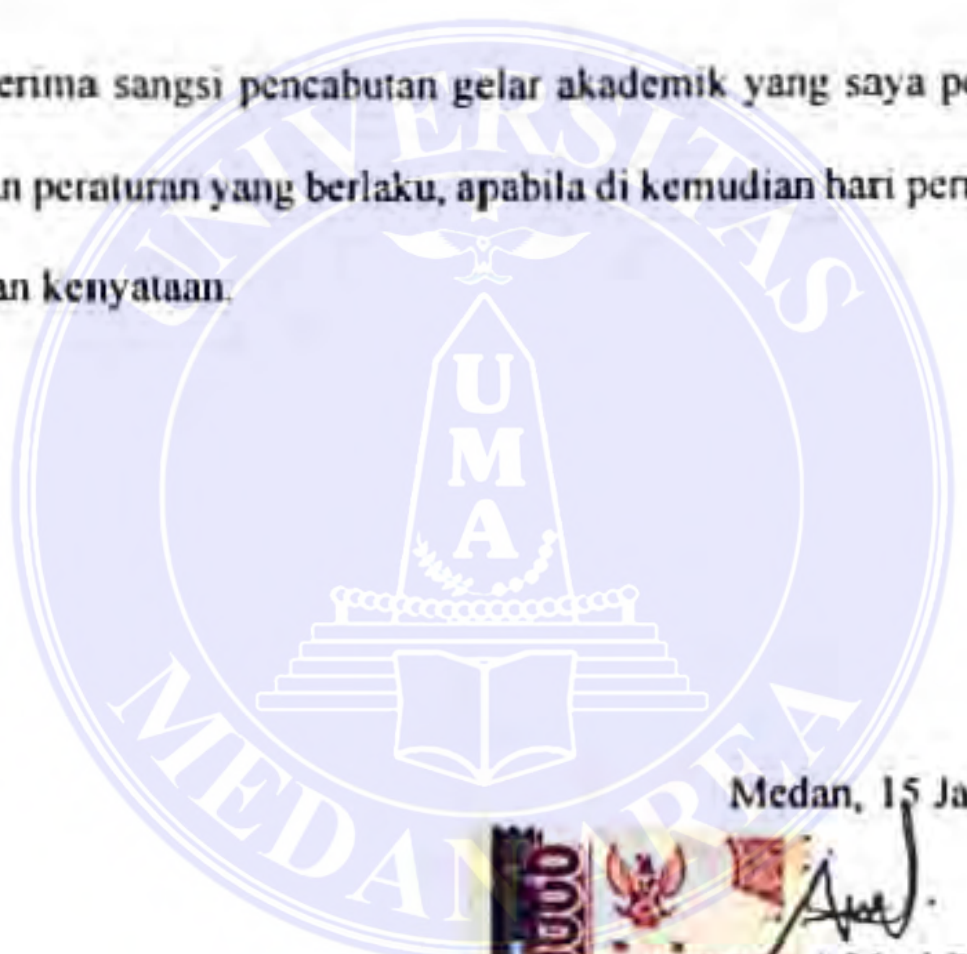
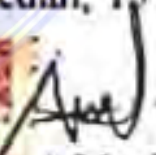

Nama : Afrizal Panjaitan

NPM : 188150006

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan.

Medan, 15 Januari 2023

  
  
**Afrizal Panjaitan**  
NPM 188150006  




## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afrizal Panjaitan

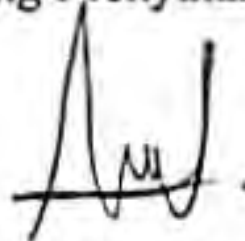
NPM : 188150006

Program Studi : Teknik Industri

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Usulan Penjadwalan Mesin Produksi Pada Bagian Mesin HDPE Dengan Menggunakan Metode Algoritma *Non Delay* Pada PT. Sinar Utama Nusantara beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada Tanggal : 15 Januari 2023  
Yang Menyatakan



Afrizal Panjaitan  
188150006



## RIWAYAT HIDUP



Afrizal Panjaitan, Lahir pada tanggal 12 November 2000, di BP. Mandoge, Sumatera Utara. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan suami istri yaitu Alm. Bapak Riduwan Panjaitan dan Ibu Nurlela Wati.

Penulis pertama kali masuk ke dunia pendidikan formal yaitu SDN 010113 BP. Mandoge lulus ditahun 2012. Ditahun yang sama penulis melanjutkan ke SMPN 1 BP. Mandoge, tiga tahun berikutnya penulis masuk pada Sekolah Menengah Akhir yaitu SMAN 2 Kisaran dan lulus pada tahun 2018. Ditahun tersebut tepat pada bulan September penulis sah menjadi Mahasiswa Teknik Industri di Universitas Medan Area.



## ABSTRAK

Afrizal Panjaitan NPM 188150006. “Usulan Penjadwalan Mesin Produksi Pada Bagian Mesin HDPE Dengan Menggunakan Metode Algoritma *Non Delay* Pada PT. Sinar Utama Nusantara”. Dibimbing Oleh Sutrisno, ST, MT dan Healthy Aldryani Prasetyo, ST, MT.

Penjadwalan produksi di dalam dunia industri memiliki peranan penting sebagai bentuk pengambilan keputusan. Perusahaan berupaya untuk memiliki penjadwalan yang paling efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas yang dihasilkan dengan menghemat waktu penyelesaian produksi seminimal mungkin. Permasalahannya adalah perusahaan belum menerapkan suatu penjadwalan terhadap mesin-mesin produksi dengan menggunakan suatu metode penjadwalan tertentu yang sesuai dengan situasi dan kondisi mesin-mesin tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dengan melakukan penjadwalan pekerjaan/job pada setiap mesin produksi pada bagian produksi dapat meminimumkan waktu penyelesaian produksi. Metode yang digunakan adalah metode algoritma *non delay*, merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan mesin dalam keadaan menganggur atau *idle* bila suatu operasi dapat dimulai, sehingga mampu menghasilkan *makespan* yang minimum. Hasil analisis penjadwalan dengan menggunakan metode algoritma *non delay* menghasilkan *makespan* sebesar 257,7 menit. Dengan menggunakan algoritma *non delay* *makespan* akan berkurang sebesar 49,58% dari waktu aktual dan meminimalkan waktu sebanyak 253,4 menit. Sehingga penjadwalan pada mesin HDPE dengan menggunakan metode algoritma *non delay* ini sudah optimal.

**Kata Kunci :** HDPE, Metode Algoritma, *Non Delay*, Penjadwalan, *Makespan*

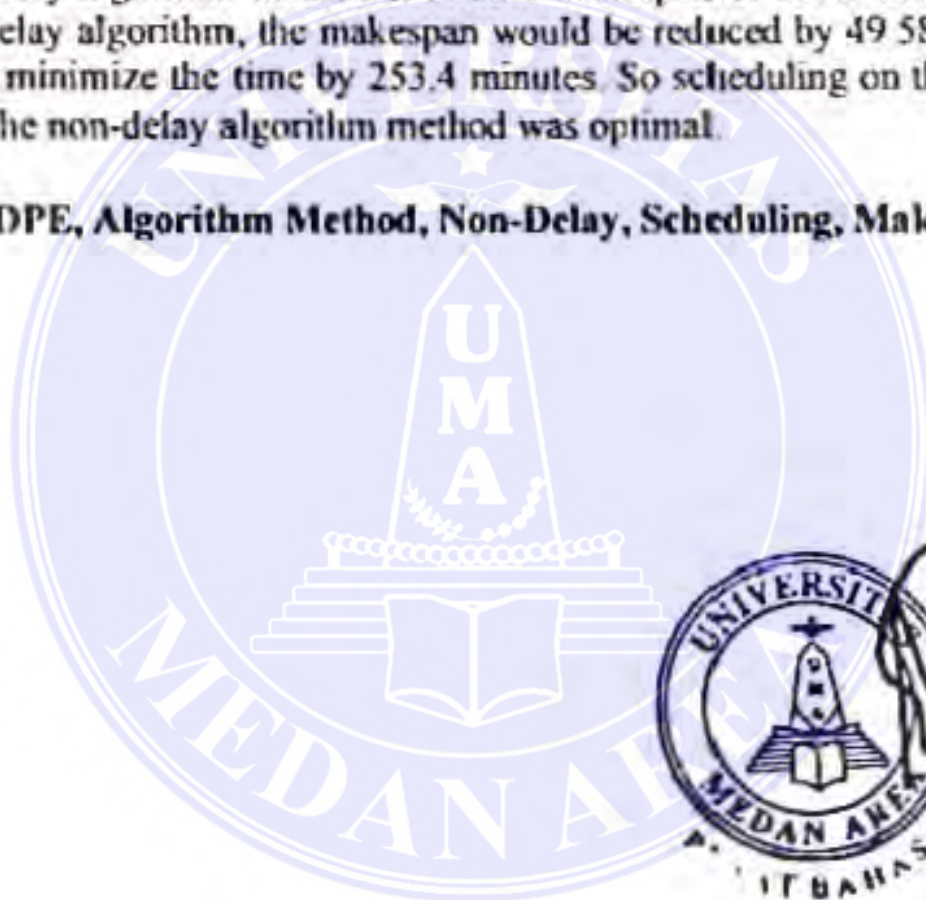


## ABSTRACT

**Afrizal Panjaitan, 188150006. "The Proposal for Production Machine Scheduling in HDPE Machine Parts Using the Non-Delay Algorithm Method at PT. Sinar Utama Nusantara". Supervised by Sutrisno, S.T, M.T. and Healthy Aldriany Prasetyo, S.T., M.T.**

Production scheduling in the industrial world is vital as a decision-making form. The company strives to have the most effective and efficient scheduling that can increase productivity by reducing production completion time to a minimum. The problem is that the company has not implemented a schedule for production machines using a specific scheduling method that is appropriate to the situation and condition of these machines. This study aimed to know the results by scheduling jobs on each production machine in the production section to minimize production completion time. The method used was the non-delay algorithm method, a real schedule that did not let the machine idle when an operation could be started to produce a minimum makespan. The results of the scheduling analysis using the non-delay algorithm method showed a makespan of 257.7 minutes. By using the non-delay algorithm, the makespan would be reduced by 49.58% of the actual time and minimize the time by 253.4 minutes. So scheduling on the HDPE machine using the non-delay algorithm method was optimal.

**Keywords: HDPE, Algorithm Method, Non-Delay, Scheduling, Makespan**



09/06 -23



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan dengan sebaik-baiknya. Adapun judul skripsi ini yaitu Usulan Penjadwalan Mesin Produksi Pada Bagian Mesin HDPE Dengan Menggunakan Metode Algoritma *Non Delay* Pada PT. Sinar Utama Nusantara. Tujuan dari penyusunan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demikesempurnaan skripsi ini. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis dapat menyelesaikannya karena adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. MSc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
3. Ibu Nukhe Andri Silviana, ST. MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
4. Bapak Sutrisno, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing I
5. Ibu Healty Aldriani Prasetyo, S.T, MT., selaku Dosen Pembimbing II
6. Seluruh dosen program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Medan Area yang telah memberikan ilmu pengetahuannya selama mengajar



7. Seluruh staf dosen pengajar dan karyawan/wati di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
8. Bapak Poltak Pohan selaku Direktur Utama PT. Sinar Utama Nusantara, Bapak Hendra SO selaku Manajer Umum di PT. Sinar Utama Nusantara, Bapak Ali Syahputra selaku Kepala Produksi, serta seluruh karyawan yang banyak membantu selama saya melakukan penelitian.
9. Kedua orang tua yang saya cintai, Alm. Ayah dan Mamak yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Teman seperjuangan Teknik Industri stambuk 2018 yaitu Sekar yang selalu memberi dukungan dan motivasi untuk saya agar selalu semangat.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan-rekan dan pembacasekalian. Semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan pada penulis.

Penulis

(Afrizal Panjaitan)



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan dan Asumsi Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1. Kajian Induktif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Kajian Deduktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Penjadwalan .....	9
2.2.2 Tujuan Penjadwalan .....	10
2.2.3 Elemen Penjadwalan .....	11
2.2.4 Istilah Dalam Penjadwalan .....	14
2.2.5 Klasifikasi Penjadwalan Produksi .....	15



2.2.6 Teknik-teknik Penyelesaian Masalah pada Job Shop .....	19
2.2.7 Aturan Prioritas .....	20
2.2.7 Diagram Pareto (Pareto Chart) .....	21
2.2.8 Perhitungan Waktu Baku .....	23
2.2.9 Penjadwalan Non Delay .....	24
2.2.10 Gantt Chart .....	28
2.2.11 Pengertian dan Pengukuran Produktivitas .....	29
2.2.12 Langkah-langkah Dalam Meningkatkan Produktivitas .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	35
3.2. Sumber Data dan Jenis Penelitian .....	35
3.2.1 Sumber Data .....	35
3.2.2 Jenis Penelitian .....	36
3.3. Variabel Penelitian .....	36
3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	39
3.5. Objek Penelitian .....	40
3.6. Metode Penelitian .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Hasil Pengumpulan Data .....	45
4.1.1 Data Ketidaktercapaian Produksi di Bagian HDPE .....	45
4.1.2 Data Produk (Job) .....	46
4.1.3 Data Mesin .....	48
4.1.4 Data Routing Proses .....	49
4.1.5 Data Rencana Produksi .....	50
4.1.6 Data Waktu Siklus .....	50
4.1.7 Data Allowance .....	51



4.2. Pembahasan Pengolahan Data .....	51
4.2.1 Data Diagram Pareto .....	52
4.2.2 Penentuan Rating Factor.....	53
4.2.3 Perhitungan Waktu Normal .....	54
4.2.4 Perhitungan Waktu Baku.....	54
4.2.5 Perhitungan Waktu Penyelesaian Job.....	55
4.2.6 Penjadwalan Yang Dilakukan Perusahaan .....	56
4.2.7 Penjadwalan Mesin Dengan Algoritma Non Delay.....	57
4.2.8 Analisis Penjadwalan Yang Dilakukan Perusahaan .....	62
4.2.9 Analisis Penjadwalan Dengan Algoritma Non Delay .....	62
4.2.10 Perbandingan Hasil Penjadwalan .....	63
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>66</b>
5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Matriks Routing .....	13
Tabel 2. 2 Contoh Matriks Waktu Operasi .....	13
Tabel 2. 3 Westinghouse Rating .....	24
Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	38
Tabel 4. 1 Data Rencana dan Aktual Produksi Bulan Jan- Apr 2022 (Ton) .....	46
Tabel 4. 2 Akumulasi Minus Produksi di Bagian HDPE (ton).....	46
Tabel 4. 3 Data Produk (Job) .....	47
Tabel 4. 4 Data Mesin .....	49
Tabel 4. 5 Data Routing Mesin .....	49
Tabel 4. 6 Data Waktu Siklus Tiap Operasi.....	50
Tabel 4. 7 Presentase Kumulatif Total Ketidaktercapaian Produksi .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Layout Mesin Paralel Multi Stage .....	16
Gambar 2. 2 Alur Proses Pure Flow Shop .....	17
Gambar 2. 3 Alur Proses General Flow Shop .....	18
Gambar 2. 4 Alur Proses Job Shop .....	18
Gambar 2. 5 Contoh Diagram Pareto .....	22
Gambar 2. 6 Flowchart Algoritma Non Delay pada Mesin Majemuk .....	27
Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir .....	37





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persaingan dunia bisnis yang semakin ketat memicu pelaku industri untuk melakukan perbaikan terus menerus agar dapat terus berkompetisi dengan pesaingnya dan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Tetapi, pada proses produksi ditemukan berbagai kendala untuk mencapai target perusahaan. Kendala yang sering dialami oleh perusahaan yaitu tidak tepat waktunya produk sampai ke konsumen yang akan berpengaruh pada tingkat kepuasan konsumen. Oleh karena itu, untuk dapat menyediakan barang secara tepat waktu dibutuhkanlah perencanaan yang matang mulai dari pembelian bahan baku, penjadwalan produksi, sampai pengiriman ke *customer*. Dalam hal ini, pemahaman mengenai konsep penjadwalan menjadi cukup penting dalam suatu proses produksi, sehingga para pelaksana mengetahui kapan waktu harus memulai suatu pekerjaan dan kapan waktu mengakhirinya.

PT. Sinar Utama Nusantara merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur pipa plastik khususnya memproduksi pipa PVC dan HDPE beserta aksesoris pipa lainnya dengan merek dagang "DENYA". PT Sinar Utama Nusantara memiliki beberapa bagian atau stasiun produksi dan salah satunya adalah bagian produksi HDPE. Proses produksi di bagian produksi HDPE mengolah beberapa jenis pipa, yaitu pipa jenis optic atau subduct 33/44 (diameter dalam 33 mm diameter luar 44 mm), dan juga pipa jenis PN 8, PN 10, PN 12.5, PN 16, dan PN 20, sebelum dikirim ke bagian akhir yaitu bagian *QC (Quality Control)* dan juga



bagian lain seperti bagian Logistik atau Gudang. Dalam menjalankan tugas atau prosesnya, bagian produksi menggunakan beberapa mesin yang ada, antara lain terdapat 5 mesin PVC dan 5 mesin HDPE dengan tipe dan kapasitas yang berbeda-beda. Untuk Jenis atau tipe dari mesin HDPE itu sendiri antara lain mesin 65 HDPEline 1, mesin 65 HDPE line 2, mesin 65 HDPE line 3, mesin 80 HDPE line 4, dan mesin 110 HDPE line 5.

Setelah dilakukan survei awal di PT. Sinar Utama Nusantara, ada banyak permasalahan yang menjadi faktor-faktor mengapa penjadwalan produksi harus dilakukan. PT. Sinar Utama Nusantara menerapkan target produksi yaitu 50 ton untuk pipa optic, 10 ton pipa PN.8, 30 ton pipa PN.10, 50 ton pipa PN.12 tetapi di perusahaan tersebut sering adanya ketidaktercapaian target produksi yang dialami karyawan produksi bagian HDPE. Adapun ketidaktercapaian tersebut diakibatkan oleh tidak adanya urutan pengerjaan job yang efektif yang ditetapkan oleh perusahaan untuk karyawan. Akibat dari kurang efektifnya pengerjaan suatu job selama proses produksi maka terjadi kesalahan seperti pipa *reject* (pipa bolong, teksturnya tidak mulus, warna pipa tidak sesuai standard, dan lainnya), sehingga proses produksi harus dihentikan kemudian bahan dikuras kembali dan proses produksi diulangi kembali dari awal. Tentunya hal tersebut berdampak pada waktu penyelesaian produksi (*makespan*) yang semakin panjang. Karena banyaknya permintaan dari konsumen, seringkali mengakibatkan penumpukanpekerjaan (job) sehingga membentuk antrian panjang yang tidak dapat diselesaikan secara optimal.

Tentunya faktor-faktor yang menjadi permasalahan yang dihadapi para operator produksi tersebut mengakibatkan produktivitas kerja karyawan menurun. Karena, produktivitas merupakan salah satu alat ukur bagi perusahaan dalam



menilai prestasi kerja yang dicapai karyawannya. Untuk itu perlu dilakukan suatu upaya tertentu untuk dapat meningkatkan produktivitas. Karena dengan meningkatnya produktivitas kerja karyawan dan produktivitas mesin, maka efisiensi dan efektivitas perusahaan akan meningkat.

Penjadwalan pekerjaan pada PT. Sinar Utama Nusantara yang berlangsung di bagian produksi HDPE dengan keseluruhan *job* dimulai dari J1 sampai J4 dengan waktu penyelesaian selama 511.1 menit, sementara waktu 8 jam kerja sama dengan 480 menit.

Untuk jenis pipa optic/subduct 33/44 sendiri memiliki jumlah *minus* sebanyak 87 ton dengan persentase kumulatif 45.79%, untuk jenis pipa PN 12,5 memiliki jumlah *minus* sebanyak 38 ton dengan persentase kumulatif 65,79%, untuk jenis pipa PN 10 memiliki jumlah *minus* sebanyak 23 ton dengan persentase kumulatif 77,89%, untuk jenis pipa PN 8 memiliki jumlah *minus* sebanyak 20 ton dengan persentase kumulatif 88,42%, untuk jenis pipa PN 16 memiliki jumlah *minus* sebanyak 12 ton dengan persentase kumulatif 94,74%, dan yang terakhir untuk jenis pipa PN 20 memiliki jumlah *minus* sebanyak 10 ton dengan persentase kumulatif 100%. Berdasarkan permasalahan di atas, dapat diketahui bahwa penjadwalan yang di terapkan pada suatu mesin produksi sangat mempengaruhi produktivitas dari mesin tersebut. Ketika hal-hal yang berkaitan dengan penjadwalan tidak terpenuhi secara maksimal, maka berdampak pada kinerja mesin tersebut. Penggunaan bahan baku yang tidak tepat sehingga terjadi pengulangan proses produksi yang mengakibatkan waktu penyelesaian menjadi panjang sehingga berpotensi penyelesaian orderan menjadi terlambat, kemudian waktu mesin menganggur yang tinggi karena proses produksi terhenti yang mengakibatkan



penurunan produktivitas.

Sebagai solusi dalam memecahkan permasalahan diatas, penulis bertujuan untuk memberikan usulan penjadwalan pada setiap mesin untuk dapat meminimumkan jumlah *makespan* agar target output dapat tercapai. Adapun metode yang memiliki fungsi untuk meminimasi *makespan* suatu lini produksi ialah dengan metode algoritma *Non Delay*. Penjadwalan *non delay* merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan mesin dalam keadaan menganggur atau *idle* bila suatu operasi dapat dimulai, sehingga mampu menghasilkan *makespan* yang minimum. Penjadwalan adalah suatu aktivitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan (Baker & Trietsch, 2009). Dengan membuat suatu sistem penjadwalan yang tepat yang memiliki urutan proses produksi terbaik diharapkan mampu meningkatkan produktivitas perusahaan, dan juga mampu menyelesaikan permasalahan di PT. Sinar Utama Nusantara dan permasalahan yang dihadapi oleh bagian produksi HDPE yang sudah dijelaskan sebelumnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dirumuskan pokok permasalahannya antara lain:

1. Apakah dengan melakukan penjadwalan pekerjaan / *job* pada setiap mesin produksi pada bagian produksi HDPE dengan menggunakan metode algoritma *non delay* dapat meminimumkan waktu penyelesaian produksi (*makespan*)?
2. Berapakah perbedaan total waktu penyelesaian produksi (*makespan*) yang dihasilkan dari penjadwalan awal perusahaan dengan penjadwalan menggunakan metode algoritma *non delay*?



3. Bagaimana urutan pengerjaan job yang dihasilkan dari penjawalan yang dilakukan dengan menggunakan metode algoritma *non delay*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini berdasarkan perumusan masalah diatas antara lain:

1. Untuk mengetahui apakah dengan melakukan penjadwalan pekerjaan/*job* pada setiap mesin produksi pada bagian produksi HDPE dengan menggunakan metode algoritma *non delay* dapat meminimumkan waktu penyelesaian produksi (*makespan*).
2. Untuk mengetahui perbedaan total waktu penyelesaian produksi (*makespan*) antara penjadwalan awal perusahaan dengan penjadwalan menggunakan metode algoritma *non delay*.
3. Untuk mengetahui urutan pengerjaan job yang efektif yang dihasilkan dari penjadwalan menggunakan algoritma *non delay*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain :

1. Sebagai bahan pertimbangan atau usulan yang positif bagi PT. Sinar Utama Nusantara khususnya untuk bagian produksi HDPE, dalam menentukan sistem penjadwalan mesin produksi agar lebih baik lagi kedepannya.
2. Untuk mengimplementasikan ilmu yang telah dipelajari penulis di perusahaan manufaktur secara nyata.
3. Menjadi salah satu referensi yang dapat digunakan sebagai bahan perbandingan



terhadap teori-teori yang semakin berkembang saat ini seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

4. Sebagai acuan bagi pembaca yang sedang menjalankan suatu penelitian yang memiliki keterkaitan topik yang sama guna menambah wawasan atau referensi.

## **1.5 Batasan dan Asumsi Penelitian**

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagian produksi yang diteliti atau dilakukan usulan penjadwalannya adalah produksi HDPE untuk pipa jenis optic/subduct 33/44.
2. Waktu yang digunakan pada tiap operasi merupakan waktu baku operasi.
3. Data waktu yang diperoleh dari perusahaan dianggap cukup dan valid.
4. Perhitungan hanya untuk penjadwalan mesin produksi tidak sampai pada perhitungan produktivitas mesinnya.
5. Hasil dari penelitian ini merupakan simulasi, tidak sampai pada tahap implementasi di perusahaan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Guna mempermudah proses pembahasan pada penelitian ini, maka peneliti membagi tugas akhir ini kedalam lima bab yang akan dipaparkan dengan menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan bab pertama dari penulisan skripsi ini, yang antara lain berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penelitian.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menerangkan sejumlah istilah-istilah yang digunakan oleh peneliti. Dalam bab ini juga mengemukakan studi pustaka dengan mengaji literatur tentang informasi-informasi yang didapatkan dari arsip perusahaan, serta mengaji berbagai jurnal dan penelitian terdahulu yang berkaitan untuk mendapatkan data sekunder pada penelitian ini. Adapun teori-teori pendukung dalam penelitian ini, mengenai penjadwalan produksi, mengenai metode algoritma *non delay* sebagai dasar penguat maupun pembandingan terhadap penelitian yang akan dilaksanakan. Algoritma *non delay* merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan atau meminimalisir adanya mesin dalam keadaan menganggur (*idle*) sehingga dapat menghasilkan waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) *job* yang minimum.

## BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan langkah-langkah penelitian secara rinci. Alur dalam penelitian ini dimulai dengan survey atau observasi langsung di lapangan guna mengidentifikasi masalah yang terjadi. Kemudian menentukan rumusan masalah, tujuan, dan batasan masalah agar penelitian ini memiliki tujuan dan ruang lingkup yang jelas dengan batasan masalah yang lebih fokus terhadap permasalahan yang akan diselesaikan.



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari hasil pengolahandata dan juga mengidentifikasi kekurangan yang ada pada kondisi aktual, yaitu sistem penjadwalan masih terbilang konvensional atautidak adanya aturan prioritas waktu pengerjaan *job* sehingga sulit untuk mencapai target produksi harian pada bagian produksi HDPE. Dengan kekurangan yang terdapat pada sistem penjadwalan aktual tersebut maka dilakukan perbandingan dengan penjadwalan usulan dengan menggunakan metode algoritma *Non Delay* guna meminimalkan waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) bagian produksi pipa tipe optic/subduct yang melalui bagian produksi HDPE.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi simpulan dari keseluruhan hasil penelitian penjadwalan dengan menggunakan algoritma *Non Delay* serta memberikan rekomendasi berupa saran-saran pengembangan yang diberikan sebagaibahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penjadwalan

Penjadwalan adalah suatu aktivitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan (Muharni et al., 2019). Dimana penjadwalan merupakan suatu proses pengorganisasian dalam menentukan ataupun memilih waktu yang tepat untuk menggunakan sumber daya yang ada guna mendapatkan *output* yang ingindicapai dengan penggunaan waktu yang diharapkan. Penjadwalan juga memiliki pengertian sebagai suatu proses pengalokasian sumber daya produksi (material, mesin, dan manusia atau operator) yang tersedia untuk mengerjakan sekumpulan tugas (*job*) dalam jangka waktu tertentu (Baker & Trietsch, *Principles of Sequencing and*. Jadi, dengan melakukan penjadwalan serangkaian pekerjaan (*job*) dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan penggunaan sumber daya produksi yang terbatas serta waktu yang tersedia untuk dimanfaatkan sebaik mungkin agar tercapai hasil produksi yang ditargetkan.

Menurut Parinduri & Hutagalung (2019) terdapat dua sasaran atau target yang akan dicapai dalam melakukan penjadwalan, yang pertama adalah jumlah *output* yang dihasilkan, dan yang kedua adalah batas waktu penyelesaian yang sudah ditetapkan (*due date*). Keputusan yang ditetapkan dalam melakukan suatu penjadwalan antara lain:

1. Pengurutan pekerjaan (*sequencing*)
2. Waktu mulai dan selesai pekerjaan (*timing*)
3. Urutan operasi atau proses untuk suatu pekerjaan (*routing*)



Persoalan dalam penjadwalan muncul ketika terdapat beberapa pekerjaan (*job*) yang harus diproses secara bersamaan (dalam waktu yang sama), namun jumlah mesin dan peralatan (sumber daya produksi) yang ada terbatas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut guna mencapai hasil produksi yang optimal, maka diperlukan suatu penjadwalan sumber-sumber tersebut dengan tepat dan lebih efisien.

### 2.1.1 Tujuan Penjadwalan

Menurut Yaqin et al.(2019) suatu aktivitas proses penjadwalan memiliki beberapatujuan sebagai berikut :

1. Mengurangi total waktu proses dan meningkatkan produktivitas dengan cara mengoptimalkan penggunaan sumber daya serta mengurangi waktu tunggu (*lead time*)
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan cara mengurangi sejumlah pekerjaan (*job*) yang sedang menunggu suatu mesin karena mesin tersebut masih melakukan pekerjaan (*job*) yang lain
3. Mengurangi jumlah keterlambatan pada beberapa pekerjaan (*job*) yang telah melampaui batas waktu penyelesaian guna meminimalisasi *penalty cost* (biaya keterlambatan)
4. Memberikan solusi yang tepat dalam mengambil keputusan terkait perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan guna menghindari adanya penambahan biaya yang mahal.

Hampir sama dengan tujuan yang telah dipaparkan diatas, berikut beberapa tujuan dari proses penjadwalan pada umumnya menurut Yaqin et al. (2019) Mengurangi waktu menganggur pada mesin agar produktivitas pada mesin tersebut



meningkat.

1. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan cara mengurangi sejumlah pekerjaan (*job*) yang menunggu dalam antrian suatu mesin, dikarenakan mesin tersebut masih sibuk
2. Mengurangi jumlah rata-rata keterlambatan pada beberapa pekerjaan (*job*) yang telah melampaui batas waktu penyelesaian, dengan cara :
  - a. Mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat
  - b. Mengurangi maksimum keterlambatan (*maximum tardiness*).

Jika *makespan* dari suatu penjadwalan bernilai konstan atau tetap, maka urutan pengerjaan *job*nya akan menurunkan nilai rata-rata *flow time* dan juga menurunkan jumlah rata-rata WIP (Baker & Trietsch, 2009). Waktu dimana suatu produk atau *job* harus selesai diproses atau dikerjakan merupakan pengertian dari pemenuhan *due date* yang biasanya dijadikan sebagai tujuan akhir yang ingin dicapai dalam proses penjadwalan.

### 2.1.2 Elemen Penjadwalan

Terdapat tiga elemen penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses penjadwalan, diantaranya dapat dijelaskan sebagai berikut (Yaqin et al., 2019):

#### 1. *Job* (Pekerjaan)

Suatu pekerjaan yang harus diselesaikan sehingga dapat menghasilkan suatu produk disebut sebagai *Job*. Pada umumnya *job* terdiri dari beberapa operasi atau proses yang harus dilalui untuk dapat menghasilkan suatu produk (minimal 1 operasi). Waktu dari suatu *job* dapat dikerjakan atau harus diselesaikan serta



operasi-operasi apa saja yang harus dilakukan didalamnya adalah berdasarkan dari informasi yang diberikan oleh pihak manajemen dan juga bagian *engineering* kepada bagian *shop floor*. Berikut ini terdapat beberapa karakteristik dari *job* sebagai berikut :

- a. *Job* terdiri dari rangkaian urutan operasi yang telah ditetapkan.
- b. Suatu operasi hanya bisa dikerjakan pada suatu tipe mesin dari setiap tipe mesin dalam *shop*.
- c. Waktu proses dan juga *due date* diketahui dengan pasti.
- d. Urutan waktu *set-up* bersifat independen dan waktu transportasi antar mesin dapat diabaikan.
- e. Aktivitas dari suatu operasi yang sedang dikerjakan oleh suatu mesin tidak dapat di interupsi dengan operasi lainnya.
- f. Suatu operasi tidak dapat dimulai atau dikerjakan sampai operasi sebelumnya selesai dikerjakan.
- g. Setiap mesin hanya dapat memproses satu operasi pada suatu waktu.
- h. Setiap *part* hanya dapat diproses di satu mesin pada suatu waktu.

## 2) Operasi

Operasi merupakan alur proses yang sudah diurutkan dari suatu *job* agar *job* tersebut dapat diselesaikan. Suatu operasi tidak dapat dimulai atau dikerjakan sampai operasi sebelumnya selesai dikerjakan, dengan kata lain suatu operasi baru dapat dikerjakan jika operasi atau proses sebelumnya dikerjakan terlebih dahulu hingga selesai yang berarti tidak diperbolehkan adanya interupsi terhadap suatu operasi yang sedang dikerjakan. Setiap operasi tentu memiliki waktu proses atau waktu yang dibutuhkan untuk melakukan operasi tersebut sampai selesai. Dibawah



ini akan disebutkan beberapa karakteristik dari operasi sebagai berikut :

- a. Setiap operasi yang sedang dikerjakan pada suatu mesin harus diselesaikan.
- b. Setiap operasi tidak boleh diproses pada lebih dari satu mesin dalam waktu yang sama.
- c. Setiap operasi harus dikerjakan berdasarkan urutan yang sudah ditetapkan sebelumnya.
- d. Setiap operasi dapat dikerjakan pada berbagai jenis mesin yang mampu melaksanakan operasi tersebut sampai selesai
- e. Setiap *job* hanya memiliki satu *routing* dalam melaksanakan operasi-operasi yang ada didalamnya.

Matriks *routing* berisi informasi yang menunjukkan urutan pengerjaan operasi dan jenis mesin yang digunakan pada tiap operasi tersebut, yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

**Tabel 2. 1 Contoh Matriks *Routing***

Job	Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3

Dari matriks *routing* diatas maka dapat ditampilkan juga contoh matriks waktu operasi sebagai berikut :

**Tabel 2. 2 Contoh Matriks Waktu Operasi**

Job	Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3
1	3	4	1
2	3	2	4
3	5	2	4
4	1	3	2



### 3) Mesin

Mesin merupakan salah satu sumber daya yang diperlukan untuk melaksanakan berbagai rangkaian proses dalam suatu *job* sampai selesai. Setiap mesin hanya dapat mengerjakan satu operasi pada waktu yang sama. Mesin memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut :

- a. Setiap mesin hanya memproses satu operasi pada suatu saat tertentu
- b. Setiap mesin secara kontinyu siap untuk dibebani tugas selama proses
- c. Penjadwalan apabila tidak mengalami interupsi akibat kerusakan atau perawatan
- d. Setiap mesin operasi sesuai dengan informasi waktu dan distribusi yang diketahui secara tepat.

#### 2.1.3 Istilah Dalam Penjadwalan

Dalam lingkungan penjadwalan akan ditemukan beberapa istilah yang dijadikan sebagai variabel dalam mengukur performansi dalam penjadwalann itu sendiri, Baker & Trietsch (2009) menyebutkan istilah-istilah dalam penjadwalan sebagai berikut :

1. *Flow time*, adalah waktu yang dibutuhkan suatu *job i* dari mulai dikerjakan sampai *job* tersebut selesai dikerjakan.
2. *Completion time*, yaitu waktu penyelesaian operasi paling akhir dari suatu *job*.
3. *Waiting time*, adalah waktu yang dilalui oleh suatu *job* sebelum *job* tersebut mulai dikerjakan.
4. *Process time*, adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu operasi ke-*i* dari *job j*. Besar waktu *process time* ini sudah termasuk waktu persiapan dan waktu *set up* didalamnya.



5. *Due date*, yaitu batas waktu penyelesaian untuk suatu *job* yang sudah ditentukan waktunya.
6. *Lateness*, yaitu besarnya penyimpangan waktu penyelesaian suatu *job* (*completion time*) terhadap *due date* dari *job* itu sendiri, dengan kata lain bahwa penyelesaian *job* tersebut telah melewati batas akhir waktu penyelesaian yang sudah ditetapkan sebelumnya.
7. *Tardiness*, adalah lamanya keterlambatan waktu penyelesaian suatu *job*.
8. *Earliness*, yaitu dimana waktu penyelesaian suatu *job* (*completion time*) yang didapat lebih cepat dari *due date* yang sudah ditetapkan.
9. *Makespan*, yaitu total waktu penyelesaian suatu penjadwalan yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan pekerjaan atau *job* yang akan dijadwalkan.

Dari variabel ukur performansi suatu penjadwalan yang sudah disebutkan diatas, dihasilkan beberapa fungsi tujuan penjadwalan pada umumnya, sebagai berikut (Yaqin et al., 2019):

1. Minimasi *makespan*
2. Minimasi total waktu tertimbang (*total weighted flow time*)
3. Minimasi keterlambatan tertimbang (*weighted lateness*)
4. Minimasi keterlambatan maksimum (*maximum lateness*)
5. Minimasi jumlah *job* yang terlambat
6. Minimasi total *flow time*.

#### 2.1.4 Klasifikasi Penjadwalan Produksi

Beberapa model masalah atau persoalan mengenai penjadwalan dapat diklasifikasikan kedalam 4 jenis keadaan atau faktor. Berikut ini akan dijelaskan beberapa faktor atau keadaan tersebut menurut (Masruri & Mayasari, 2018) :



1) Jumlah mesin, berdasarkan jumlah mesin yang digunakan dapat dikelompokkan lagi menjadi:

a. Penjadwalan pada mesin tunggal

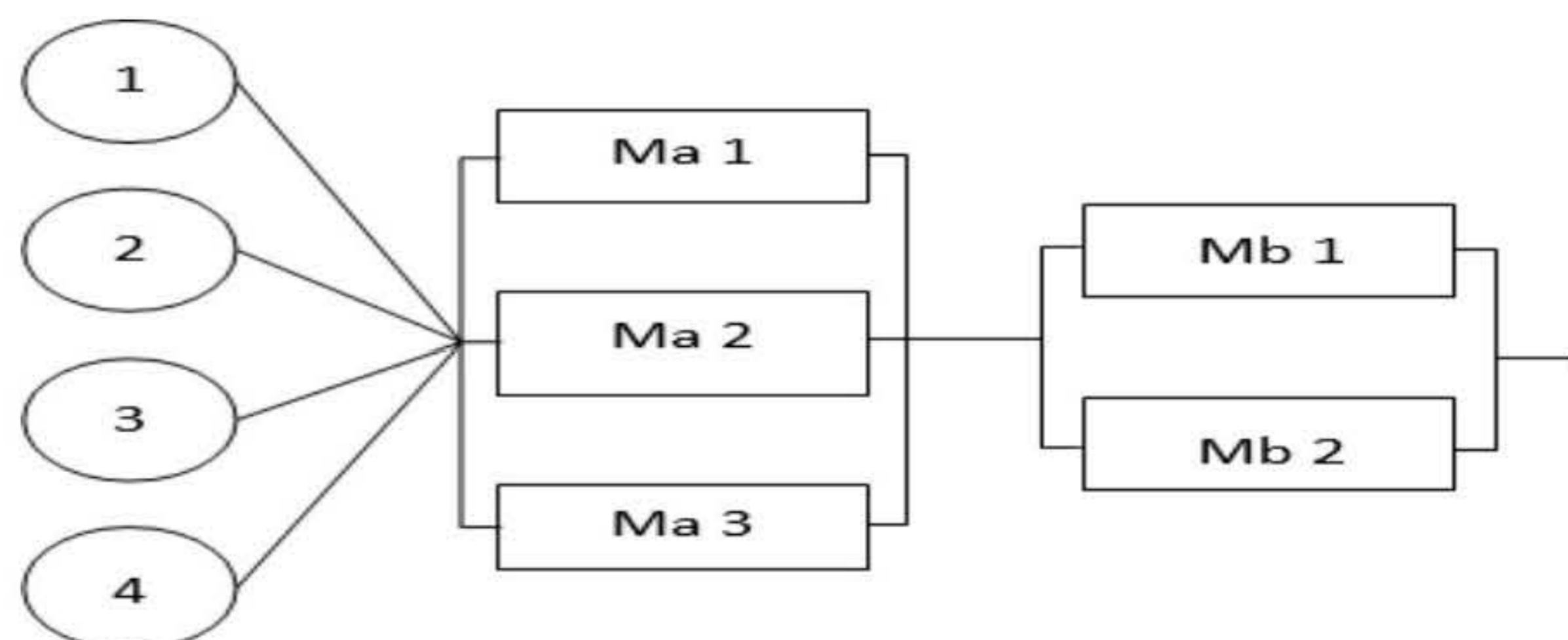
Fasilitas produksi yang digunakan hanya terdiri dari satu mesin, sehingga penjadwalan hanya tertuju pada satu mesin dan semua pekerjaan harus diproses pada mesin tersebut.

b. Penjadwalan pada mesin ganda

Berbeda dengan penjadwalan pada mesin tunggal yang hanya terdiri dari satu mesin, fasilitas produksi yang digunakan pada penjadwalan mesin ganda terdiri dari dua mesin dan semua *job* harus melewati dua jenis mesin berbeda tersebut.

c. Penjadwalan pada banyak mesin dan paralel

Yaitu penjadwalan dimana fasilitas produksi yang digunakan banyak atau lebih dari dua mesin dan disusun secara paralel yang harus dilalui oleh semua *job*. Ada dua macam penjadwalan untuk mesin banyak dan paralel ini, yaitu penjadwalan mesin paralel pada *single stage* dan penjadwalan mesin paralel *multi stage*. Pada gambar 2.1,  $n$  menunjukkan indeks *job* ( $n = 1, 2, 3, \dots$ , jumlah *job*).  $M_i$  mewakili indeks mesin pada tiap *stage* ( $a, b, c, \dots$ ) dengan  $i = 1, 2, 3, \dots$ , jumlah mesin.



**Gambar 2. 1 Contoh Layout Mesin Paralel Multi Stage**



- 2) Pola kedatangan pekerjaan atau *job*, berdasarkan pola kedatangan *job* dibagi menjadi dua bagian yaitu :
- Pola kedatangan statis, merupakan suatu pola dimana *job* datang secara serentak atau bersamaan dan semua fasilitas tersedia atau siap digunakan saat *job* tersebut datang.
  - Pola kedatangan dinamis, merupakan suatu pola dimana *job* datang secara acak atau tidak menentu kapan datangnya.
- 3) Sistem informasi, berdasarkan sistem informasi dibagi menjadi dua bagian yaitu:
- Informasi yang bersifat deterministik, yaitu informasi yang bersifat pasti terkait *job* dan mesin produksi, seperti contohnya waktu kedatangan *job* dan waktu proses operasi.
  - Informasi yang bersifat stokastik.
- 4) Aliran proses, berdasarkan aliran proses dibagi menjadi tiga bagian yaitu *pure flow shop*, *general flow shop*, dan *job shop*. Berikut dijelaskan ketiga aliran proses tersebut:
- Pure Flow Shop*  
*Pure flow shop* merupakan alur produksi yang memiliki jalur yang sama untuk semua *job* yang dikerjakan. Alur prosesnya dapat dilihat lebih jelas pada gambar 2.2. dibawah ini.



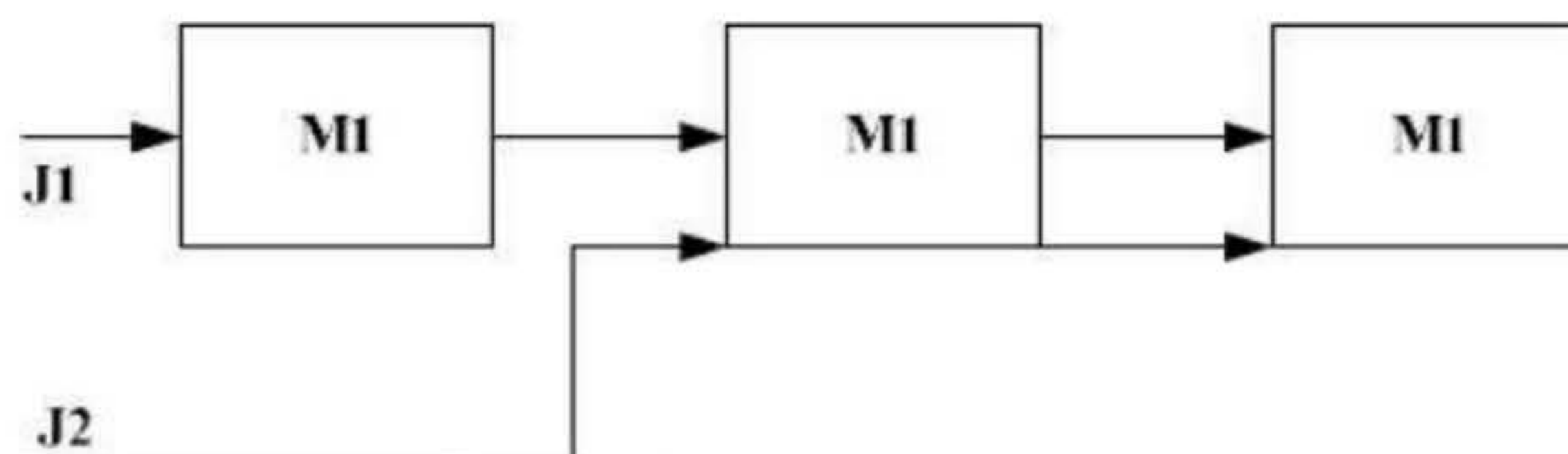
**Gambar 2. 2 Alur Proses Pure Flow Shop**

- General Flow Shop*

*General flow shop* adalah alur produksi yang memiliki pola aliran berbeda dengan alur *flow shop* pada biasanya, dikarenakan pada alur produksi ini



memiliki variasi dalam *job* nya, sehingga *job* yang datang tidak harus dikerjakan pada semua mesinyang ada. Alur prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.3. dibawah ini.



**Gambar 2. 3 Alur Proses General Flow Shop**

### c. *Job Shop*

Pada pola alur produksi *job shop* memiliki proses operasi yang unik, karena setiap *job* bergerak dari satu mesin / stasiun kerja menuju mesin atau stasiun kerja lainnyadengan pola yang acak atau *random*. Lintasan prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.4. dibawah ini.



**Gambar 2. 4 Alur Proses Job Shop**

Penjadwalan *job shop* berbeda dengan penjadwalan pada *flow shop*, hal ini dikarenakan oleh beberapa perbedaan diantaranya : (Nasution, 2000)

- a) *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, yang memilikikarakteristikdan pola aliran yang berbeda-beda.
- b) Mesin maupun fasilitas pada *job shop* digunakan secara bersama-sama sesuai dengan variasi *job* yang datang, sedangkan mesin atau fasilitas pada *flow shop* digunakan hanya untuk satu produk.
- c) Dibutuhkan prioritas pengerjaan *job* yang berbeda-beda yang terkadang



mengakibatkan *order* tertentu yang dipilih harus diproses seketika padasaat *order* tersebut ditugaskan pada suatu mesin atau stasiun kerja.

Pada penjadwalan *job shop* sebuah operasi dinyatakan atau dituliskan pada sebuah triplet  $(i,j,k)$  yang menunjukkan bahwa *job* ke-*i*, operasi ke-*j*, dan diproses pada mesin ke-*k*. Karakteristik pada penjadwalan *job shop* menurut Baker & Trietsch (2009) adalah sebagai berikut *Job* terdiri dari aliran operasi yang telah ditentukan.

- a) Suatu operasi hanya bisa dikerjakan pada satu tipe mesin.
- b) Waktu proses diketahui dengan pasti seperti halnya *due date*.
- c) Urutan waktu *set-up* bersifat independen dan waktu transportasi antarmesin dapat diabaikan.
- d) Operasi yang sedang dikerjakan pada suatu mesin tidak dapat diinterupsi.
- e) Suatu operasi tidak dapat dimulai sampai operasi sebelumnya telah selesai dikerjakan.
- f) Setiap mesin hanya dapat memproses satu operasi pada suatu waktu.

Dalam penjadwalan produksi *job shop* terdapat beberapa metode alternatif yang biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan penjadwalan tipe ini, yaitu dengan menggunakan metode penjadwalan *active* dan metode penjadwalan *non-delay*.

### 2.2.5 Teknik-teknik Penyelesaian Masalah pada *Job Shop*

Teknik yang biasanya digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada penjadwalan tipe *job shop*, ialah :

- Teknik Pendekatan Optimasi

Pendekatan optimasi merupakan pendekatan peralihan dari metode analisis



teknik industri yang berbasis pada konsep yang berbasis kepada metode analisa teknik industri yang berbasis kepada pendekatan sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

### 2.1.6 Aturan Prioritas

Aturan prioritas digunakan untuk memenuhi *job* mana yang akandikerjakan terlebih dahulu. Aturan prioritas diklasifikasikan menjadi 2 tipe, antara lain:

#### 1) Aturan Prioritas Lokal

Pada aturan ini penugasan didasarkan pada informasi yang berkaitan dengan *job* yang berada pada antrian suatu mesin secara individual. Adapun aturan-aturan yang termasuk di dalam tipe ini adalah :

##### a) *Shortest Processing Time (SPT)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki waktu proses tercepat atau terpendek, yang dapat mengurangi *work in process*, *mean flow time*, serta *mean lateness*. *Short processing time dilakukan dengan cara mendahulukan pengerjaan tercepat.*

##### b) *Least Work Remaining (LWKR)*

Aturan ini akan memprioritaskan atau mengutamakan *job* atau *pengerjaan* suatu produksi yang memiliki sisa waktu pengerjaan yang terpendek.

##### c) *First Come First Served (FCFS)*

Aturan ini memprioritaskan atau mengutamakan pengerjaan produksi dengan urutan *job* yang datang lebih awal akan segera diselesaikan lebih awal juga.

Dengan kata lain Metode FCFS (first come first served) merupakan metode



yang diterapkan pada aplikasi pemesanan ini. Pada metode ini, antrian pesanan pertama yang akan dilayani dan disajikan pertama, dan seterusnya

## 2) Aturan Prioritas Global

Aturan prioritas global memanfaatkan informasi atau status dari mesin-mesin yanglainnya. Aturan yang tergolong tipe ini antara lain :

### a) *Anticipates Work In Next Queue (AWINQ)*

Aturan ini memprioritaskan operasi yang berbeda pada stasiun atau mesin dengan antrian terpendek.

### b) *First Off First On (FOFO)*

Aturan ini akan memprioritaskan atau mengutamakan operasi pengerjaan produksi yang proses penyelesaiannya paling awal.

## 2.1.7 Diagram Pareto (*Pareto Chart*)

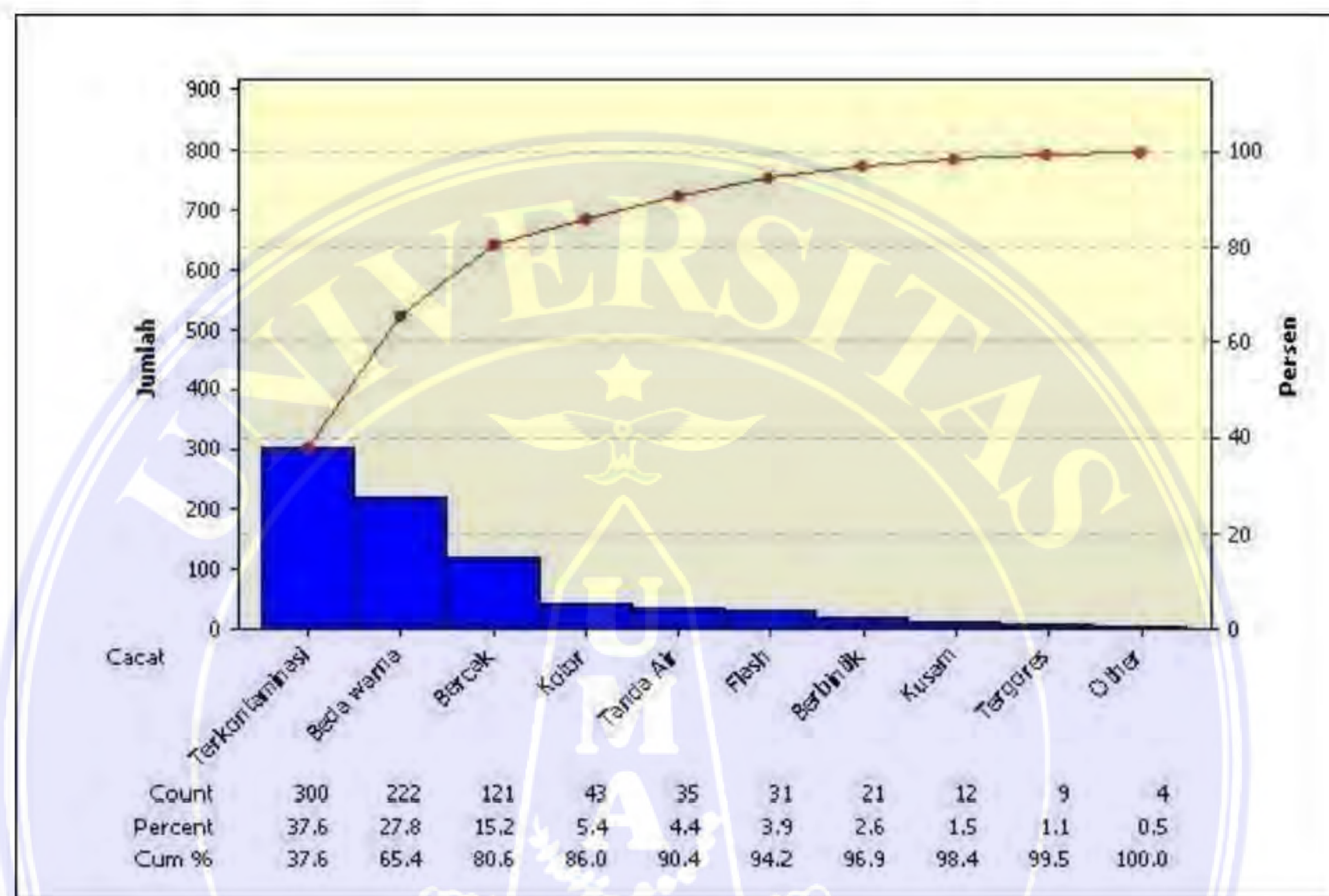
Diagram Pareto merupakan salah satu dari diagram batang yang didasarkan pada prinsip Pareto, yaitu ketika terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi suatu situasi, segelintir faktor mengakibatkan sebagian besar dampak atau imbasnya. Prinsip 80/20 atau yang lebih dikenal dengan prinsip Pareto menggambarkan sebuah fenomena dimana 80% variasi yang diamati dalam proses sehari-hari dapat dijelaskan dengan hanya 20% dari penyebab variasi tersebut. Prinsip Pareto ini ditemukan pada tahun 1897 oleh Vilfredo Pareto, seorang ekonom terkenal dari Italia.

Sebuah diagram pareto memberikan fakta-fakta yang dibutuhkan untuk menetapkan suatu prioritas yang akan dilakukan atau dijadikan sebagai fokus perhatian. Pada dasarnya diagram Pareto merupakan bentuk khusus diagram batang vertikal yang menempatkan suatu hal (*item*) dengan berurutan (dari tertinggi ke



terendah) relatif terhadap suatu efek yang dapat diukur kepentingannya.

Mengurutkan suatu *item* dalam urutan frekuensi menurun mampu mempermudah dalam memisahkan masalah-masalah dari masalah utama yang menyebabkan munculnya sebagian besar dampak atau imbasnya. Dengandemikian, diagram Pareto membantu tim untuk memfokuskan upaya mereka dalam memperbaiki suatu masalah yang memiliki potensi dampak terbesar.



**Gambar 2. 5 Contoh Diagram Pareto**

Diagram Pareto dapat digunakan saat :

- a) Menganalisis data tentang frekuensi masalah atau penyebab dalam suatu proses.
- b) Memfokuskan pada masalah atau penyebab yang paling signifikan dari sekian banyak variasi masalah atau penyebab yang ada.
- c) Menganalisis faktor penyebab atau masalah yang luas dengan melihat hal khusus dari penyebab atau masalah tersebut.
- d) Mengkomunikasikan data dengan pihak lain. Dengan menggunakan Diagram Pareto maka :
  - 1) Dapat memilah masalah utama atau masalah terbesar menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat fokus untuk melakukan upaya perbaikannya.



- 2) Mengidentifikasi dan mengurutkan faktor yang paling signifikan berdasarkan prioritasnya.
- 3) Memungkinkan pemanfaatan yang lebih baik terhadap sumber daya yang terbatas.

### 2.2.8 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku atau waktu standar merupakan waktu yang sebenarnya digunakan oleh operator untuk memproduksi satu unit produk. Waktu baku pada tiap operasi harus dinyatakan termasuk didalamnya telah diperhitungkan waktu toleransi untuk beristirahat serta faktor-faktor lainnya yang tidak dapat dihindarkan. Adapun rumus untuk mendapatkan waktu baku adalah sebagai berikut (Lestari et al., 2019):

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$W_n = W_s \times \text{Performance Rating (\%)}$$

$$W_b = W_n + (\text{Allowance (\%)} \times \text{Waktu Normal})$$

$$W_b = W_n \times \left( \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance (\%)}} \right)$$

Dengan :

$W_s$  = Waktu siklus, yaitu waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran

$W_n$  = Waktu normal

$W_b$  = Waktu baku

Untuk menghitung nilai *performance rating*, digunakan pedoman *Westinghouse Table* atau *Westinghouse Rating* seperti gambar dibawah ini:



Tabel 2. 3 Westinghouse Rating

Skill			Effort		
+0,15	A1	<i>Super skill</i>	+0,13	A1	<i>Super skill</i>
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	<i>Excellent</i>	+0,10	B1	<i>Excellent</i>
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	<i>Good</i>	+0,05	C1	<i>Good</i>
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
Condition			Consistency		
+0,06	A	<i>Idea</i>	+0,04	A	<i>Idea</i>
+0,04	B	<i>Excellent</i>	+0,03	B	<i>Excellent</i>
+0,02	C	<i>Good</i>	+0,01	C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

### 2.2.9 Penjadwalan *Non Delay*

Penjadwalan *non delay* merupakan penjadwalan mesin produksi dimana tidak satupun mesin dibiarkan menganggur jika pada saat yang sama terdapat operasi yang memerlukan mesin tersebut. Jika suatu saat terdapat operasi yang memerlukan mesin yang sama di waktu yang juga sama, maka digunakan aturan prioritas SPT (*Shortest Processing Time*) yaitu pekerjaan atau *job* yang paling cepat waktu penyelesaiannya mendapat prioritas pertama untuk dikerjakan oleh mesin tersebut terlebih dahulu.

Sebelum melakukan penjadwalan mesin dengan metode ini, yang pertama harus dilakukan yaitu identifikasi terhadap *routing* proses, *job*, dan mesin, serta perhitungan waktu proses atau waktu baku produksi. Adapun langkah-langkah serta notasi yang digunakan dalam penjadwalan *non delay* dapat dijelaskan sebagai berikut :



a) Notasi-notasi yang digunakan dalam teknik ini 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- $t$ .  $t = Stage$  (tahap)

$R_j$  = 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  $J = R_j + t_{ij} =$  waktu proses pekerjaan  $i$  pada operasi  $j$ .

b) Langkah-langkah ataupun rumus yang digunakan dalam pengerjaan algoritma jadwal *non delay* 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* 0 (saat paling awal operasi  $j$  dapat mulai dikerjakan).

Step 3 : Melihat apakah mesin sedang dalam keadaan beroperasi atau tidak. Jika mesin tidak sedang beroperasi, maka waktu mulai operasi mengikuti waktu operasi dari operasi sebelumnya pada *job* yang sama. Tetapi jika mesin sedang tidak beroperasi, maka waktu mulai operasi mengikuti waktu mesin setelah mesin selesai beroperasi.

Step 4 : Melihat apakah *ready time* mesin minimum lebih dari satu. Jika ya, berartilanjutkan ke Step 5, namun jika tidak, langsung lanjutkan ke Step 8.

Step 5 : Pilihlah operasi berdasarkan aturan prioritas berdasarkan SPT (*Shortest*



*Processing Time*) atau waktu proses tercepat. Jika masih ada lebih dari satu operasi maka prioritas selanjutnya lanjutkan ke Step 6. Jika sudah terpilih satu operasi untuk dijadwalkan maka lanjutkan ke Step 8.

Step 6 : Pilihlah operasi berdasarkan *Most Working Remaining (MWKR)* atau jumlah *job* terbanyak yang belum dikerjakan. Jika setelah prioritas MWKR masih terdapat lebih dari satu operasi yang dapat dijadwalkan, maka lanjut ke Step 7. Namun jika hanya ada satu operasi dengan waktu proses tercepat, maka lanjutkan ke Step 8.

Step 7 : Pilihlah operasi secara *random*

Step 8 : Jadwalkan operasi tersebut.

Step 9 : Masukkan waktu dari operasi yang dipilih ke mesin yang bersangkutan.

Step 10: Gantilah operasi yang terpilih dengan operasi selanjutnya (untuk *job* yang sama).

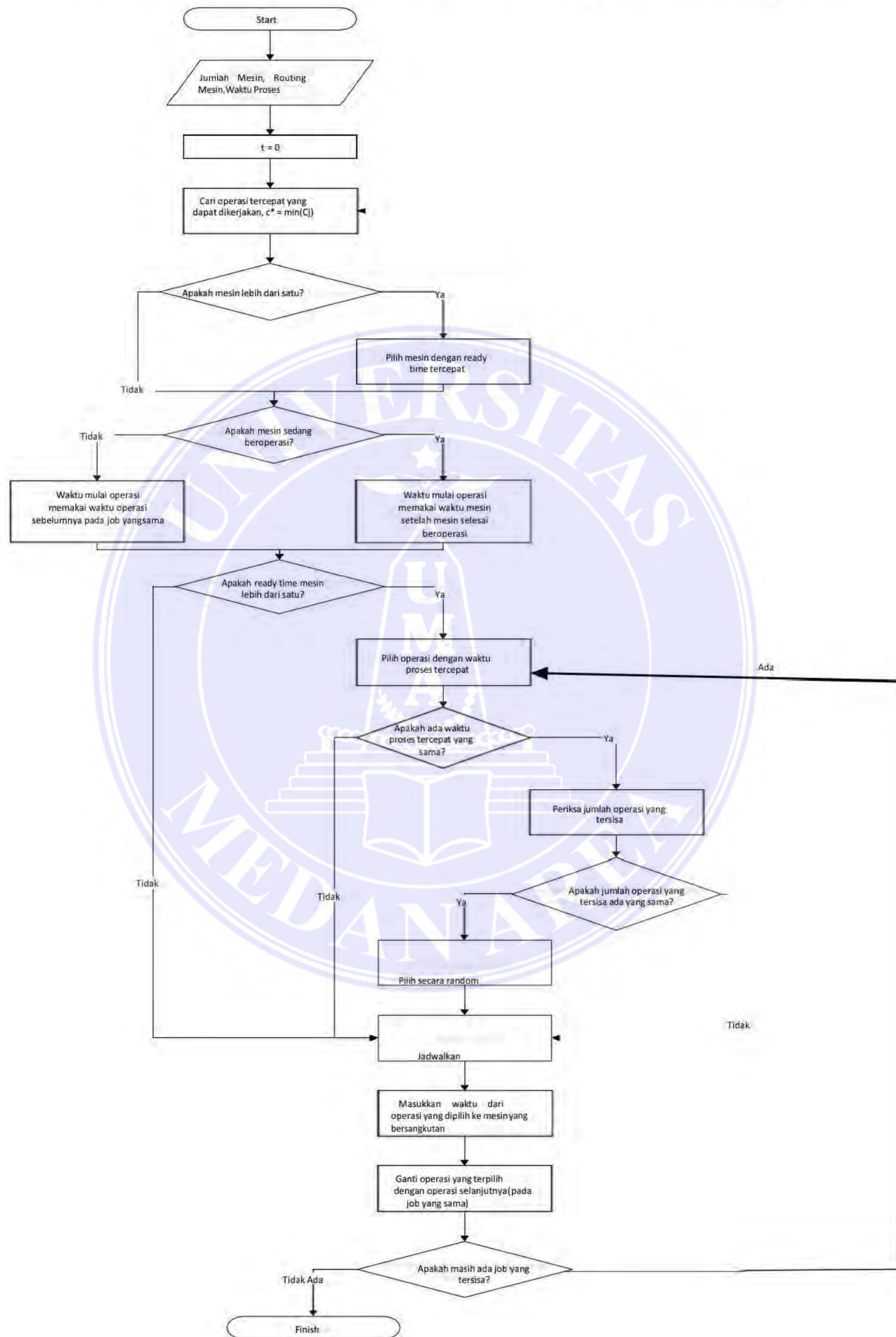
Step 11: Lihatlah apakah masih ada *job* yang tersisa. Jika ya, maka kembali ke Step 2, mencari kapan operasi tercepat dapat dimulai. Jika tidak, maka proses telah selesai.

Namun seiring berjalannya waktu kini perusahaan-perusahaan maupun pabrik sudah banyak yang menggunakan mesin majemuk pada tiap proses produksinya, sehingga algoritma *non delay* dengan mesin tunggal sudah kurang sesuai dengan kondisi aktual saat ini. Maka digunakanlah algoritma *non delay* yang telah dikembangkan dengan mesin majemuk. Dibawah ini akan dijelaskan melalui



flowchart dalam menggunakan algoritma *non delay* pada mesin majemuk.

**Gambar 2. 6 Flowchart Algoritma Non Delay pada Mesin Majemuk**

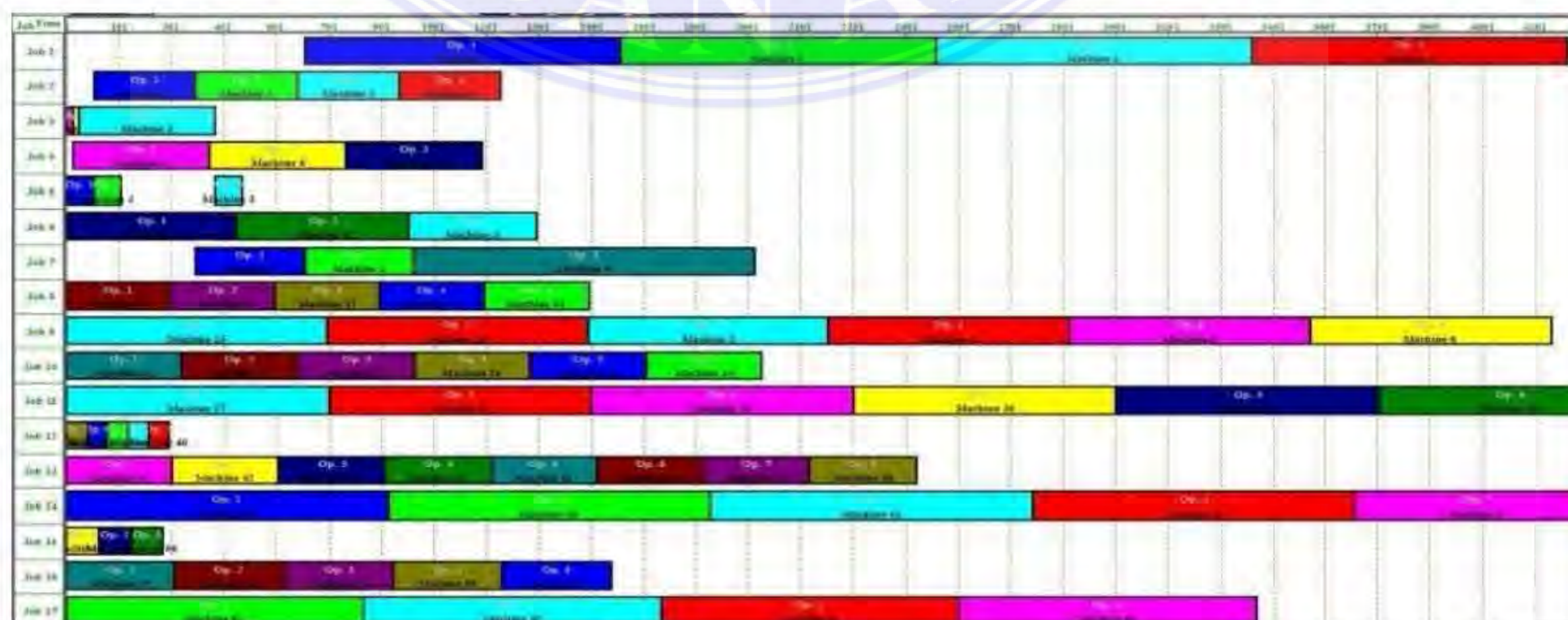




### 2.1.10 Gantt Chart

*Gantt Chart* atau yang sering disebut juga dengan *bar chart* merupakan salah satu jenis *chart* yang telah dikembangkan oleh Henry Gantt sekitar tahun 1900. *Gantt Chart* terdiri dari dua koordinat aksis, yaitu aksis yang merepresentasikan waktu yang telah dilalui serta aksis yang merepresentasikan pekerjaan (*job*) yang sedang dikerjakan.

Sebuah grafik atau *chart* membantu untuk memvisualisasikan jadwal dengan menampilkan sumber daya dan tugas yang dapat terlihat dengan jelas. Informasi mengenai jadwal yang diberikan sebagai bahan untuk mengukur kinerja dan membandingkan jadwal serta memvisualisasikan masalah yang ada dalam penjadwalan dapat ditemukan melalui *ganttt chart*. Selain itu, dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengatur ulang tugas pada bagan untuk memperoleh informasi tentang alternatif penjadwalan yang lebih optimal. Heizer dan Render (2006) menyatakan bahwa, *ganttt chart* merupakan salah satu contoh teknik non matematis yang digunakan secara luas dan populer di kalangan manajer karena memiliki karakteristik yang sederhana namun mampu memvisualisasikan informasi didalamnya. Berikut ini ditampilkan gambaran sederhana dari *ganttt chart* :



**Gambar 2.7.** Contoh *Gantt Chart*

Sama dengan model *chart* yang lainnya, *Gantt Chart* juga memiliki



keuntungan dan juga kelemahan dalam penerapannya. Berikut ini akan dijelaskan keuntungan dan juga kelemahan dari *Gantt Chart*.

#### 1) Keuntungan *Gantt Chart* :

- a. Dalam situasi keterbatasan sumber daya, penggunaan *Gantt Chart* memungkinkan untuk dilakukan evaluasi lebih awal mengenai penggunaan sumber daya yang telah direncanakan.
- b. *Progress* pengerjaan pekerjaan (*job*) mudah dievaluasi pada setiap waktu karena sudah tergambar jelas.
- c. Dapat digunakan untuk penjadwalan operasi yang berulang.
- d. Semua pekerjaan (*job*) diperlihatkan secara grafis dalam suatu peta atau keterangan yang mudah dipahami.

#### 2) Kelemahan *Gantt Chart* (Heizer & Render, 2006):

- a. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan keterkaitan antar pekerjaan (*job*), sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan ataupun percepatan suatu *job* terhadap keseluruhan penjadwalan.
- b. Sulit untuk melakukan pembaharuan atau *update* bila diperlukan, karena harus membuat bagan balok yang baru lagi.

### 2.1.11 Pengertian dan Pengukuran Produktivitas

Produktivitas merupakan faktor sangat penting dalam mempertahankan dan mengembangkan keberhasilan suatu organisasi/perusahaan. Sebagaimana yang kita ketahui, setiap organisasi/perusahaan menginvestasikan sumber-sumber vital (sumber daya manusia, bahan dan uang) untuk memproduksi barang/jasa. Dengan menggunakan sumber-sumber daya manusia tersebut secara efektif akan



memberikan hasil yang lebih baik. Produktivitas secara teori diartikan sebagai perbandingan antara output (barang dan jasa) dengan input (tenaga kerja, bahan dan uang). Produktivitas yang rendah merupakan pencerminan dari organisasi/perusahaan yang memboroskan sumber daya yang dimilikinya. Dan ini berarti bahwa pada akhirnya perusahaan tersebut kehilangan daya saing dan dengan demikian akan mengurangi skala aktivitas usahanya. Produktivitas yang rendah dari banyak organisasi/perusahaan akan menurunkan pertumbuhan industri dan ekonomi suatu bangsa secara menyeluruh. Produktivitas merupakan salah satu alat ukur bagi perusahaan dalam menilai prestasi kerja yang dicapai karyawannya. Produktivitas adalah sebuah konsep yang menggambarkan hubungan antara modal, tanah, energi yang dipakai untuk menghasilkan hasil tersebut. (Basu Swastha, 2002). Wignjosoebroto (2006) mengatakan produktivitas adalah sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan kemampuan sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas dapat digambarkan dengan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Hasil Produksi}}{\text{Jumlah Pekerja} \times \text{Waktu kerja}}$$

Berdasarkan beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa produktivitas adalah perbandingan antara hasil keluaran dengan hasil masukan. Sebuah mesin dinilai produktif apabila menghasilkan output yang lebih besar dari jumlah input untuk satuan waktu yang sama. Dan dapat juga dikatakan bahwa mesin menunjukkan tingkat produktivitas yang ditentukan dalam satuan waktu yang lebih singkat.

Produktivitas dapat dikatakan meningkat apabila :

- a. Produktivitas naik apabila input turun (output tetap).



- b. Produktivitas naik apabila input turun (output naik).
- c. Produktivitas naik apabila input tetap (output naik).
- d. Produktivitas naik apabila input naik (output naik) tetapi jumlah kenaikan output lebih besar dari kenaikan input.
- e. Produktivitas naik apabila input turun (output turun) tetapi jumlah turunnya input lebih besar dari output.

### 2.1.12 Langkah-langkah Dalam Meningkatkan Produktivitas

Terdapat lima langkah untuk meningkatkan produktivitas yaitu sebagai berikut:

#### 1. Menerapkan program reduksi biaya

Reduksi biaya berarti dalam menghasilkan output dengan kuantitas yang sama kita menggunakan input dalam jumlah yang lebih sedikit. Jadi peningkatan produktivitas melalui program reduksi biaya berarti output yang tetap dibagi dengan input yang lebih sedikit.

#### 1. Mengelola pertumbuhan

Peningkatan produktivitas dengan cara mengelola pertumbuhan berarti kita meningkatkan output dalam kualitas yang lebih besar melalui peningkatan penggunaan input dalam kuantitas yang lebih kecil. Artinya output meningkat lebih banyak, sedangkan input meningkat lebih sedikit.

#### 2. Bekerja lebih tangkas

Bekerja lebih tangkas akan dapat meningkatkan produktivitas. Jadi produktivitas meningkat tetapi jumlah input tetap sehingga akan diperoleh biaya produksi per unit output yang rendah.



### 3. Mengurangi aktivitas

Melalui pengurangan sedikit output dan mengurangi banyak input yang tidak perlu akan dapat meningkatkan produktivitas.

### 4. Bekerja lebih efektif

Produktivitas kerja yang tinggi atau cenderung meningkat sangat penting bagi perusahaan, karena dengan meningkatnya produktivitas kerja karyawan dan produktivitas mesin, maka efisiensi dan efektivitas perusahaan akan meningkat.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni & Cahyani,(2020) dalam melakukan penjadwalan pada setiap mesin yang ada di bengkel bubut Chevi Sintong Palembang guna meminimumkan jumlah dan waktu keterlambatan penyelesaian pengerjaan *job* atau pesanan dari konsumen yang saat ini sering dialami oleh perusahaan. Adapun metode yang digunakan adalah dengan algoritma *non delay*. Fungsi dari metode *non delay* ini sendiri adalah untuk meminimasi jumlah dan waktu keterlambatan dengan cara tidak membiarkan satu pun mesin dalam keadaan menganggur. Hasil dari penelitian ini dengan menggunakan penjadwalan *non delay* menunjukkan total waktu penyelesaian *job* atau *makespan* dengan urutan proses *job 3, job 1, job 2, job 4, job 6, dan job 5* dengan total hanya 1 *job* yang mengalami keterlambatan dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan perusahaan yaitu sebesar 918.184 menit dengan total 5 *job* yang terlambat.

Penelitian yang dilakukan oleh Ervil & Nurmayuni (2018) membahas tentang penjadwalan produk pada PT. Adhichandra Dwiutama. Perusahaan tersebut bergerak di bidang percetakan dan memiliki berbagai jenis mesin sebagai



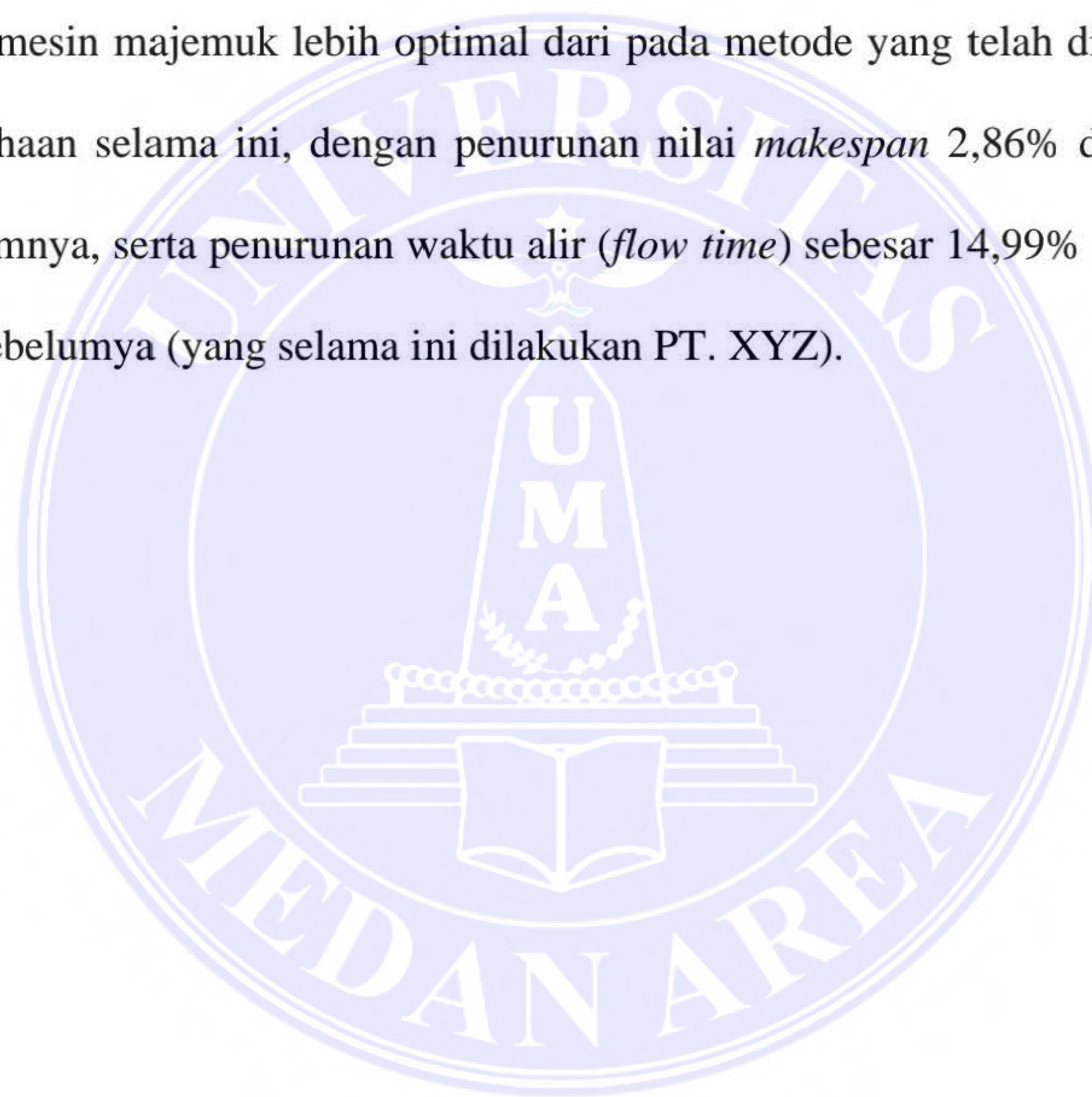
penunjang produksi di dalamnya. Perusahaan memiliki masalah yaitu banyaknya waktu menganggur pada mesin yang mengakibatkan waktu penyelesaian (*makespan*) yang begitu lama. Penjadwalan dilakukan dengan metode *non delay* yang bertujuan untuk meminimumkan *makespan* dengan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada mesin. Terdapat pengembangan algoritma pada penelitian ini yang dilakukan untuk mengakomodasi mesin paralel atau majemuk.

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Safitri, (2019) melakukan penjadwalan pada CV. Mebel Bima yang merupakan perusahaan di bidang pengerjaan kayu khususnya pembuatan berbagai model daun pintu dan kusen. Tipe aliran produksi pada perusahaan ini bersifat *job shop* dikarenakan alur pengerjaan setiap *job* memiliki aliran yang berbeda di setiap mesin atau prosesnya. Perusahaan ini memiliki masalah yaitu besarnya *makespan* yang dihasilkan oleh penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu penjadwalan yang diurutkan berdasarkan total waktu penyelesaian *job* terlama sampai yang terkecil. Dengan metode yang diterapkan perusahaan tersebut sering menyebabkan keterlambatan penyelesaian *job* dari waktu yang sudah ditetapkan sebelumnya. Berdasarkan masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk menentukan urutan pengerjaan *job* dengan *makespan* yang lebih minimum dengan menggunakan algoritma penjadwalan *non delay* dengan prioritas *Shortest Processing Time* (SPT). Metode penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan menghasilkan *makespan* sebesar 194.4 jam atau 25 hari kerja, sedangkan usulan penjadwalan dengan menggunakan algoritma penjadwalan *non delay* menghasilkan *makespan* sebesar 168.79 jam atau 22 hari kerja.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Rachman, 2018) pada PT. XYZ, salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang *Flexible Packaging*



dengan menggunakan sistem *job shop*. Penelitian ini dilakukan guna mengatasi permasalahan yang ada di perusahaan yaitu banyaknya permintaan dari konsumen seringkali mengakibatkan penumpukan pekerjaan (*job*) sehingga membentuk antrian panjang yang tidak dapat diselesaikan secara optimal. Penelitian ini menggunakan metode algoritma *non delay* pada mesin majemuk, yaitu sesuai dengan keadaan kebanyakan perusahaan pada zaman ini. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa penjadwalan dengan menggunakan algoritma *non delay* untuk mesin majemuk lebih optimal dari pada metode yang telah digunakan oleh perusahaan selama ini, dengan penurunan nilai *makespan* 2,86% dari *makespan* sebelumnya, serta penurunan waktu alir (*flow time*) sebesar 14,99% dari nilai *flow time* sebelumnya (yang selama ini dilakukan PT. XYZ).





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Sinar Utama Nusantara yang terletak di Jl. Batang Kuis Km. 3.8 No. 168, Telaga Sari, Tj. Morawa, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 23657.

Penelitian ini dilakukan dalam waktu satu bulan (20 Juni 2022 s/d 20 Juli 2022).

#### 3.2. Sumber Data dan Jenis Penelitian

Berisi penjelasan tentang sumber data yang diperoleh selama penelitian berlangsung dan membahas jenis penelitian yang dilakukan.

##### 3.2.1 Sumber Data

Jenis data dapat dibedakan menjadi dua jenis (Rukajat, 2018), yaitu:

##### 1. Data primer

Data primer berupa data yang diperoleh langsung dari peneliti di perusahaan yaitu berupa data wawancara mengenai permasalahan tentang proses produksi pipa HDPE, mesin-mesin yang digunakan, kendala dan permasalahan yang dihadapi, produktivitas mesin, dan penjadwalan mesin-mesin produksinya.

##### 2. Data Sekunder

Data sekunder berupa data pendukung dari perusahaan berupa gambaran umum perusahaan. Adapun data sekunder yang diperoleh dari perusahaan ialah, data rencana dan aktual produksi pipa HDPE, data ketidaktercapaian (*minus*) produksi pipa HDPE, data produk (*job*), data jumlah mesin, kapasitas masing-masing mesin, dan waktu siklus produksi.



### 3.2.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang memiliki kriteria yang sistematis, berstruktur, dan telah direncanakan dengan jelas sejak penelitian belum dilaksanakan. Dalam pengertian lain, penelitian kuantitatif disebut sebagai penelitian yang menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, analisis dari data, sampai dengan penyampaian hasil dan kesimpulannya. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang dilandasi oleh filsafat positivisme, yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel yang telah ditentukan sebelumnya (Rukajat, 2018).

### 3.3. Variabel Penelitian

variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel adalah sebagai berikut:

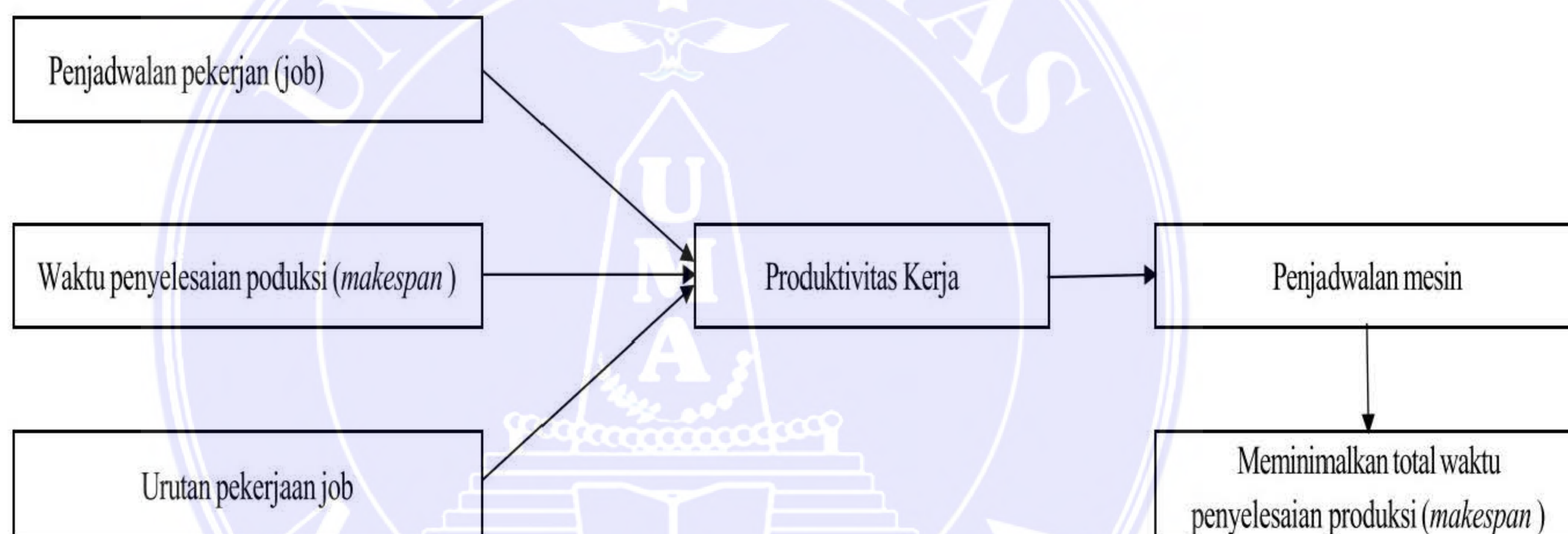
1. Variabel Dependen adalah variabel terikat yang nilainya dipengaruhi variabel lain. Adapun variabel dependen pada penelitian ini adalah :
  - a. Penjadwalan mesin
  - b. Meminimalkan *Makespan*
2. Variabel Independen adalah variabel bebas yang dapat mempengaruhi variabel dependen baik secara positif dan negatif. Adapun variabel independen pada penelitian ini adalah:
  - a. Penjadwalan pekerjaan (job)
  - b. Waktu penyelesaian produksi (*makespan*)
  - c. Urutan pengerjaan job



3. Variabel Intervening adalah variabel yang secara teoritis membuat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat menjadi tidak langsung. Variabel Intervening dalam penelitian adalah produktivitas kerja.

### 3.4. Kerangka Berpikir

Definisi kerangka berpikir dapat diartikan sebagai model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



**Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir**

Dapat dilihat pada gambar kerangka berfikir diatas, penjadwalan pekerjaan (job), waktu penyelesaian produk (makspan), dan urutan pekerjaan job adalah yang mempengaruhi produktivitas kerja menjadi menurun. Sehingga diperlukannya penjadwalan mesin agar dapat meminimalkan waktu penyelesaian produksi (makspan).



### 3.5. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah petunjuk bagaimana suatu variabel diukur (Singarimbun dan Effendi, 2002). Melihat definisi operasional suatu penelitian, maka seorang peneliti akan dapat mengetahui suatu variabel yang akan diteliti. Berdasarkan pengertian diatas maka definisi operasional mengenai usulan penjadwalan mesin produksi pada bagian mesin HDPE dengan menggunakan metode algoritma *non delay* pada PT. Sinar Utama Nusantara adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel Penelitian**

Variabel Dependen	Definisi Operasional	Hubungan dengan variabel independen
Penjadwalan Mesin	Suatu aktivitas perencanaan untuk menentukan kapan dan dimana setiap operasi sebagai bagian dari pekerjaan secara keseluruhan harus dilakukan pada sumber daya yang terbatas, serta pengalokasian sumber daya pada suatu waktu tertentu dengan memperhatikan kapasitas sumber yang ada. (Baker & Trietsch, 2009)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penjadwalan mesin berhubungan dengan penjadwalan penugasan pekerjaan (job) yang akan dilakukan. Penjadwalan mesin yang dilakukan menggunakan metode algoritma <i>non delay</i>.</li> <li>2. Berhubungan dengan tingkat produktivitas, semakin baik penjadwalan yang dilakukan perusahaan semakin baik pula tingkat produktivitas yang dicapai</li> </ol>
Produktivitas	Perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan kemampuan sumber daya (mesin) yang digunakan (input). (Umar, 2004)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penjadwalan penugasan pekerjaan (job), setiap pekerjaan yang sudah dijadwalkan dengan baik dan teratur akan membuat produktivitas kinerja karyawan meningkat.</li> <li>2. Waktu penyelesaian produksi (<i>makespan</i>) yang minimum dapat meningkatkan tingkat produktivitas perusahaan karena tingkat produksi lebih maksimal.</li> <li>3. Urutan pengerjaan job yang telah dijadwalkan dan ditetapkan dengan baik maka dapat meminimalisir terjadinya kesalahan-kesalahan produksi sehingga produktivitas kinerja</li> </ol>



		karyawan dapat meningkat. 4. Waktu penyelesaian produksi ( <i>makespan</i> ) dapat diminimalisir dan selesai tepat waktu 5. Target produksi tercapai
Meminimalkan <i>makespan</i> atau efisiensi waktu penyelesaian produksi	Ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu dengan tidak membuang waktu, tenaga dan biaya. (Mulyadi, 2007)	1. Produktivitas meningkat 2. Penjadwalan sudah optimal

### 3.6. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penulisan laporan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

#### 1. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung kepada bagian-bagian yang berkompeten terkait dengan masalah mengenai proses-proses produksi.

#### 2. Observasi

Pengumpulan data dengan cara melakukan penelitian secara langsung di PT. Sinar Utama Nusantara.

#### 3. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara mempelajari buku literatur, laporan-laporan dan hasil penelitian yang telah dilakukan terdahulu.

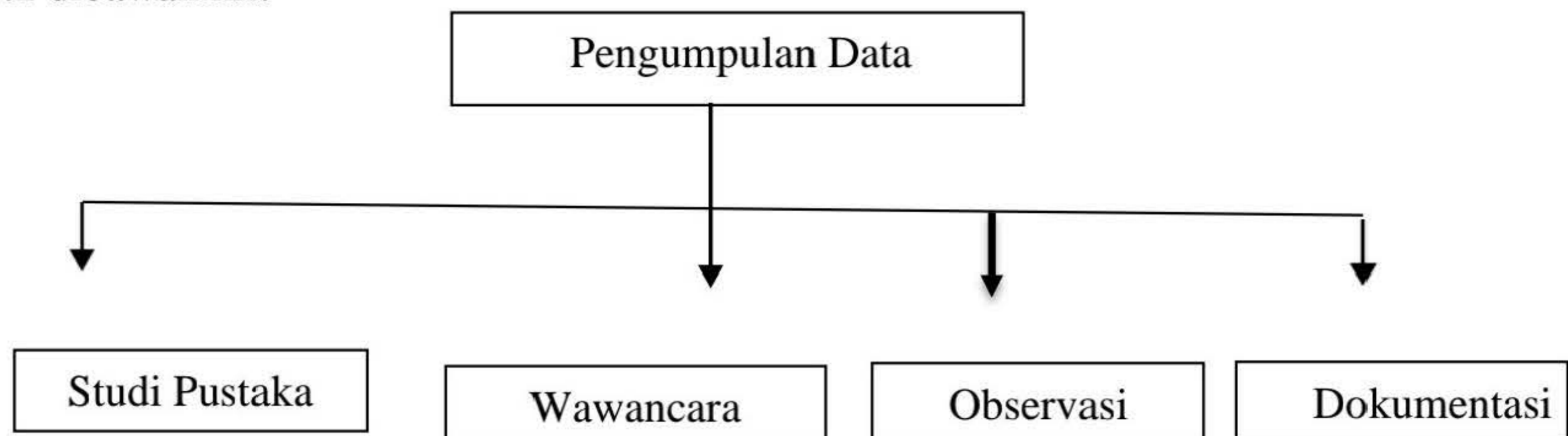
#### 4. Dokumentasi Perusahaan

Pengumpulan data dengan cara pengambilan dokumen yang dimiliki perusahaan, seperti data jumlah produk, jenis-jenis produk, rencana produksi, dan foto-foto produk.



Adapun gambar bagan teknik pengumpulan data dapat dilihat pada gambar

3.2 dibawah ini.



**Gambar 3.2. Teknik Pengumpulan Data**

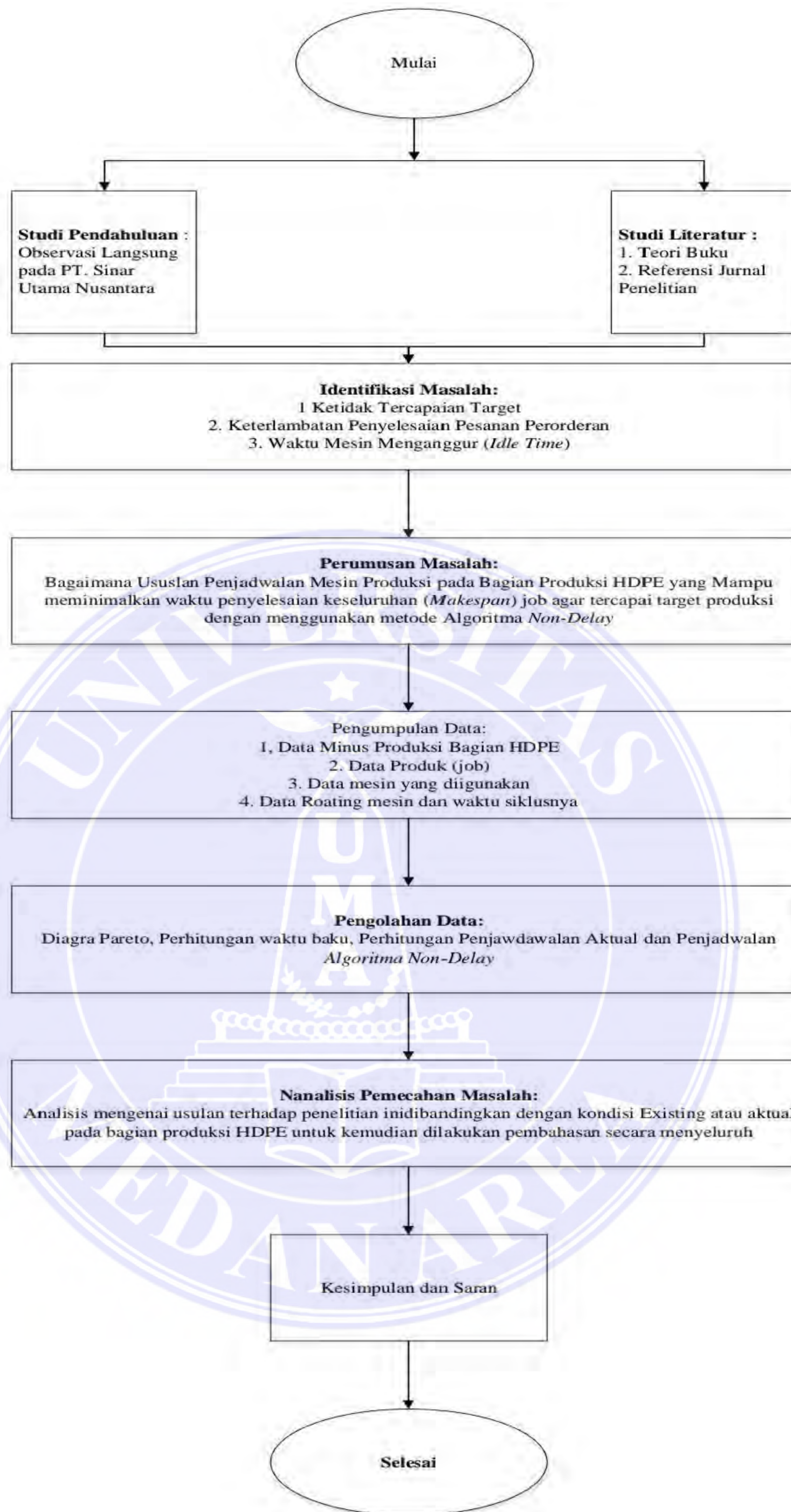
### 3.7. Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bagian produksi khususnya pada bagian pipa HDPE PT. Sinar Utama Nusantara. Objek pada penelitian ini ialah pipa-pipa dari bagian pipa HDPE dengan jenis pipa *optic/ subduct* 33/44 dengan berbagai ukuran antara lain : pipa PE 1 inch atau 32 mm, pipa PE 2 inch atau 63 mm, pipa 3inch atau 90 mm, pipa PE 4 inch atau 110 mm, pipa PE 5 inch atau 125 mm, pipa PE 6 inch atau 160 mm, pipa PE 8 inch atau 200 mm, pipa PE 10 inch atau 250 mm, pipa 12 inch atau 315 mm. Adapun mesin yang digunakan untuk produksi pipa *optic/subduct* ini ada 3 mesin, antara lain mesin *extruder*, mesin *mixing*, dan mesin *suntik list*.

### 3.8. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3. berikut:





**Gambar 3.3.** Diagram Alur Penelitian



Berikut ini merupakan penjelasan dari alur atau *flowchart* penelitian diatas:

#### 1) Mulai

Penelitian dilakukan pada bagian produksi pipa HDPE PT. Sinar Utama Nusantara.

#### 2) Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk melihat dan memahami kondisi sistem produksi sebagai objek penelitian dan menggali informasi-informasi awal yang nantinya akan digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini.

#### 3) Kajian Literatur

Kajian literatur berfungsi untuk mencari referensi serta teori-teori dari buku-buku dan penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Kajian literatur terdiri dari kajian deduktif dan kajian induktif. Kajian deduktif berisi tentang teori-teori yang mendukung topik penelitian ini, sedangkan kajian induktif mengenai hasil penelitian terdahulu sebagai referensi dan pembanding terhadap penelitian yang akan dilaksanakan.

#### 4) Identifikasi Masalah

Pada tahap ini melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang didapatkan dari hasil studi lapangan dengan menggali potensi-potensi permasalahan yang ada. Hal tersebut dilakukan melalui pengamatan secara langsung ke lapangan dan wawancara kepada pihak-pihak yang terkait.

#### 5) Menentukan Rumusan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi masalah, dilakukan perumusan masalah sehingga penelitian ini dapat diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.



## 6) Pengumpulan Data

Melakukan pengambilan data primer dan data sekunder sebagai bahan untuk dilakukan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi secara langsung di lapangan, wawancara dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan topik penelitian, kajian literatur, serta pengumpulan data-data arsip perusahaan yang diperlukan, seperti data-data arsip atau dokumen mengenai data *minus* produksi di bagian produksi pipa HDPE, data produk (*job*), data mesin, data *routing* mesin dan waktu siklusnya.

## 7) Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul kemudian diolah dengan cara pengelompokkan, perhitungan, dan pembuatan grafik atau diagram guna mendapatkan data yang lebih spesifik dan terperinci. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut :

### a) Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan menggunakan diagram pareto ini dapat terlihat jenis model pipa PE apa yang mengalami *minus* produksi yang dominan dibagian produksi HDPE dan selanjutnya dapat diketahui prioritas penyelesaian terhadap produk jenis model pipa tersebut.

### b) Perhitungan Waktu Baku

Saat melakukan penjadwalan suatu *job* maka perlu menghitung waktu baku ketika *job* dikerjakan di suatu mesin. Perhitungan waktu baku dilakukan untuk setiap operasi yang dilalui oleh setiap *job*. Sebelum menghitung waktu baku, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan waktu normal. Setelah waktu normal didapatkan, kemudian dapat dicari nilai dari waktu baku.



### c) Perhitungan Penjadwalan Aktual

Perhitungan penjadwalan aktual perusahaan dilakukan untuk mengetahui besarnya waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) untuk produk pipa jenis *optic/ subduct* yang selama ini diterapkan oleh PT. Sinar Utama Nusantara khususnya bagian produksi HDPE.

### d) Perhitungan Penjadwalan Dengan Algoritma *Non Delay*

Algoritma *Non Delay* merupakan jadwal nyata yang tidak membiarkan atau meminimalisir adanya mesin dalam keadaan menganggur (*idle*) sehingga dapat menghasilkan waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) pipa HDPE jenis *optic/subduct* yang lebih kecil atau minimum. Penjadwalan dengan algoritma *non delay* memungkinkan beberapa operasi dilakukan dalam waktu yang bersamaan namun dengan menggunakan mesin yang berbeda.

### 8) Analisis Hasil dan Pembahasan

Setelah data selesai diolah dan didapatkan hasilnya, lalu dilakukan analisis mengenai usulan terhadap penelitian ini dibandingkan dengan kondisi *existing* atau aktual pada bagian produksi HDPE untuk kemudian dilakukan pembahasan secara menyeluruh.

### 9) Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang didapatkan, tahap selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan secara menyeluruh terhadap hasil penjadwalan produk pipa HDPE jenis *optic/subduct* 33/44, serta memberikan saran atau rekomendasi sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

### 10) Selesai.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap hasil-hasil yang didapatkan pada penjadwalan *job shop* bagian produksi HDPE jenis *optic/subduct* 33/44, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

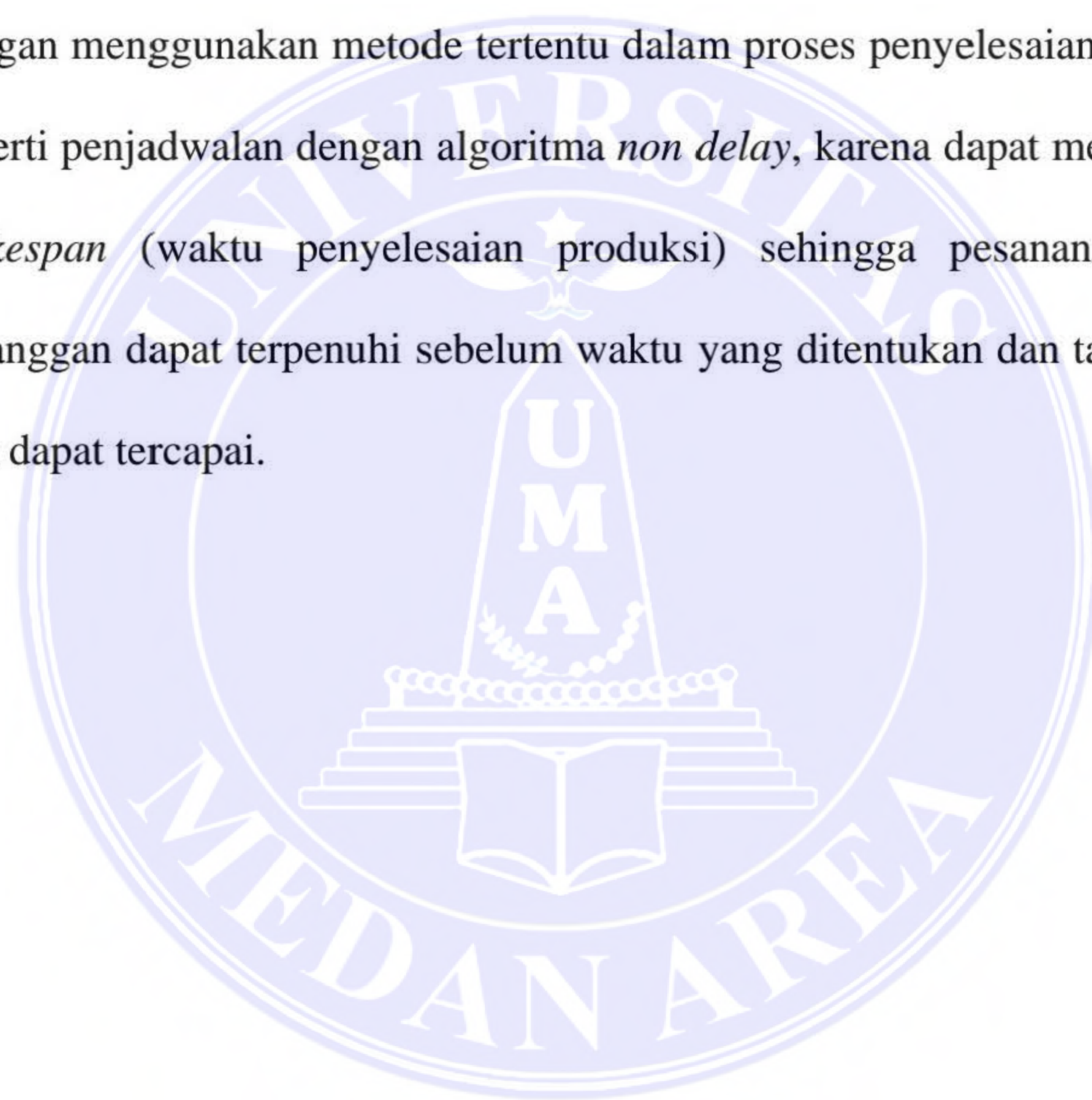
1. Penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan memiliki waktu penyelesaian keseluruhan *job (makespan)* sebesar 511,1 menit dengan urutan penyelesaian *job* dari J1 – J2 – J3 – J4. Nilai *makespan* tersebut lebih besar dibandingkan dengan *makespan* yang didapatkan dari penjadwalan algoritma *non delay* yaitu sebesar 257,7 menit dengan urutan penyelesaian *job* dari J4 – J1 – J3– J2.
2. Penjadwalan dengan menggunakan algoritma *non delay* dapat meminimasi waktu *makespan* dari penjadwalan awal perusahaan sebesar 49,58% atau setara dengan 253,4 menit lebih cepat dibandingkan dengan waktu penyelesaian keseluruhan awal yang ada di perusahaan.
3. Penjadwalan mesin produksi menggunakan algoritma *non delay* memiliki pengurutan pekerjaan tiap mesin (*job sequencing*) yang lebih baik dibandingkan dengan penjadwalan awal yang dilakukan oleh perusahaan, dikarenakan dapat mencapai salah satu dari fungsi tujuan penjadwalan pada umumnya, yaitu menghasilkan nilai *makespan* produksi yang lebih minimum (minimasi *makespan*).



## 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan agar dapat meningkatkan produktivitas dalam proses produksi, yaitu:

1. Sebaiknya PT. Sinar Utama Nusantara melakukan suatu penjadwalan terhadap *job shop* agar proses produksi menjadi lebih teratur serta penugasan pekerjaan terhadap mesin menjadi lebih efektif dan efisien.
2. Sebaiknya PT. Sinar Utama Nusantara menerapkan suatu penjadwalan *job shop* dengan menggunakan metode tertentu dalam proses penyelesaian produksi pipa seperti penjadwalan dengan algoritma *non delay*, karena dapat meminimumkan *makespan* (waktu penyelesaian produksi) sehingga pesanan/orderan dari pelanggan dapat terpenuhi sebelum waktu yang ditentukan dan target produksi pun dapat tercapai.





## DAFTAR PUSTAKA

- Ernawati, T., & Endrawan, J. (2018). Peningkatan Kinerja Jaringan Komputer dengan Border Gateway Protocol (BGP) dan Dynamic Routing (Studi Kasus PT Estiko Ramanda). *Khazanah Informatika : Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(1), 35–41. <https://doi.org/10.23917/khif.v4i1.5656>
- Ervil, R., & Nurmayuni, D. (2018). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith (Cds) Untuk Meminimumkan Total Waktu Produksi (Makespan). *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 18(2), 97. <https://doi.org/10.36275/stsp.v18i2.118>
- Lestari, D., Subagyo, D., & Limantara, A. (2019). Analisis Perhitungan Persediaan Bahan Baku Dengan Metode FIFO dan AVERAGE (Study Kasus Pada UMKM Putra Kots Kediri ) Tahun 2019 Dewi. *Cahaya Aktiva*, 09(02), 25–47.
- Masruri, A. A., & Mayasari, R. (2018). Penjadwalan Proses Backwash Dengan Metode Branch. *Integrasi Vol.*, 3(1), 35–40.
- Muharni, Y., Febianti, E., & Sofa, N. N. (2019). Minimasi Makespan Pada Penjadwalan Flow Shop Mesin Paralel Produk Steel Bridge B-60 Menggunakan Metode Longest Processing Time Dan Particle Swarm Optimization. *Journal Industrial Servicess*, 4(2). <https://doi.org/10.36055/jiss.v4i2.5154>
- Parinduri, I., & Hutagalung, S. N. (2019). Teknik Penjadwalan Prosesor FIFO, SJF Non Preemptive, Round Robin. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1(September), 864. <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i0.93>
- Rachman, R. (2018). Penjadwalan Produksi Garment Menggunakan Algoritma Heuristic Pour. *Jurnal Informatika*, 5(1), 81–89. <https://doi.org/10.31311/ji.v5i1.2743>
- Rukajat, A. (2018). PENDEKATAN PENELITIAN KUANTITATIF. CV BUDI UTAMA.
- Safitri, R. I. (2019). Analisis Sistem Penjadwalan Produksi Berdasarkan Pesanan Pelanggan dengan Metode FCFS, LPT, SPT dan EDD Pada PD. X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 1(2), 26. <https://doi.org/10.30998/joti.v1i2.3840>
- Wahyuni, S., & Cahyani, N. (2020). Penerapan Model Spiral Dalam Pengembangan Sistem Informasi Penjadwalan Produksi Berbasis Website (Studi Kasus: PT. Dinar Makmur Cikarang). *Informatics and Digital Expert (INDEX)*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.36423/ide.v2i1.425>
- Yaqin, M. A., Hadi, M., & Wahyudi, W. (2019). Optimasi Penjadwalan Produksi Untuk Meningkatkan Keuntungan Pada Permainan Hayday. *Prosiding SENIATI, February*, 30–35. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/1141%0Ahttps://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/download/1141/1027>