

**USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI DENGAN MINIMASI
MAKESPAN PADA BAGIAN *CABINET CASE*
(STUDI KASUS: PT YAMAHA INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

**Diserahkan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh :

LUQMAN DZAKY TRI KUSUMO (14522261)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tugas akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali yang secara tertulis diacu dalam tugas akhir ini dan dicantumkan di dalam referensi. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam penyusunan karya tulis, maka saya sanggup menerima hukuman ataupun sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018



Luqman Dzaky Tri Kusumo

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930 Indonesia, PO. Box. 1190/JAT
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

SURAT KETERANGAN

No. : 386 /YI/ PKL /VIII/2018

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD) PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : LUQMAN DZAKY TRI KUSUMO
Nomor Induk Mahasiswa : 14522261
Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul *“Usulan Penjadwalan Mesin produksi Dengan Minimasi Makespan Pada Bagian Cabinet Case (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)”*.
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret 2018 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Agustus 2018

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA


Kalkausar Chalid
Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI DENGAN MINIMASI
MAKESPAN PADA BAGIAN CABINET CASE
(STUDI KASUS: PT YAMAHA INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Luqman Dzaky Tri Kusumo

NIM : 14522261

Yogyakarta, 13 Agustus 2018

**Menyetujui,
Pembimbing**



(Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI DENGAN MINIMASI
MAKESPAN PADA BAGIAN *CABINET CASE*
(STUDI KASUS: PT YAMAHA INDONESIA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : LUQMAN DZAKY TRI KUSUMO
No. Mahasiswa : 14522261

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri
Yogyakarta, September 2018

Tim Penguji

Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D.

Ketua

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.

Anggota I

Zanurip, S.T.

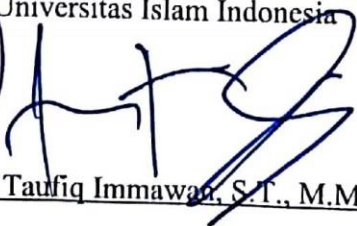
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan sebagai wujud rasa syukur, hormat, sayang, bakti, dan tanggung jawabku terutama kepada :

- 1) Allah SWT pencipta dan pemelihara seluruh alam
- 2) Orang tua beserta keluargaku yang selalu mendoakanku
- 3) Teman-teman Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, khususnya teman-teman magang *Batch VI* di PT Yamaha Indonesia

HALAMAN MOTTO

Katakanlah : Sesungguhnya sembahyangku, ibadahku, hidupku, dan matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam.

- QS : Al-An'aam 162 –

(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka menjadi tenteram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya dengan mengingati Allah-lah hati menjadi tenteram.

- QS : Ar Rad 28 –

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya. (Mereka berdoa): “Ya Tuhan kami, janganlah Engkau hokum kami jika kami lupa atau bersalah. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau bebaskan kepada kami beban yang berat sebagaimana Engkau bebaskan kepada orang-orang sebelum kami. Ya Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tak sanggup kami memikulnya. Beri maafilah kami; ampunilah kami; dan rahmatilah kami. Engkaulah Penolong kami, maka tolonglah kami terhadap kaum yang kafir.”

- QS : Al Baqarah 286 –

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah rabbil'aalaamiin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, hidayah, dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul "USULAN PENJADWALAN MESIN PRODUKSI DENGAN MINIMASI *MAKESPAN* PADA BAGIAN *CABINET CASE* (STUDI KASUS: PT YAMAHA INDONESIA)".

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan *support* dari segala pihak, pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan lancar sebagaimana mestinya. Maka dari itu dengan penuh rasa syukur penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak bimbingan dan solusi kepada penulis.
4. Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan banyak dukungan berupa motivasi dan doa yang selalu mengiringi penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini berlangsung.
5. Bapak Syamsudin, Bapak Faizin, Bapak Andi, dan Bapak Zanurip yang telah banyak membimbing serta menagajarkan hal-hal baru dan berbagi pengalaman seputar dunia kerja selama penulis melakukan penelitian Tugas Akhir dan magang di PT Yamaha Indonesia.
6. Keluarga besar Teknik Industri UII khususnya angkatan 2014, serta rekan-rekan siswa latih di PT Yamaha Indonesia *Batch VI*
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang selalu memberikan *support* dan doa selama ini.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, semoga segala amal kebaikan dari seluruh pihak yang berperan membantu dalam pelaksanaan dan penulisan laporan kerja praktik ini selalu mendapatkan rahmat, kesehatan dan ampunan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga penulis harapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca demi perbaikan kedepannya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 26 Agustus 2018

Luqman Dzaky Tri Kusumo

ABSTRAK

Penjadwalan produksi memiliki peran yang cukup penting bagi keberlangsungan sebuah perusahaan. Salah satunya dengan mengetahui kapan waktu yang tepat untuk memulai suatu job atau pekerjaan dan kapan waktu untuk menyelesaikannya. Penjadwalan yang dirancang dengan baik akan memberikan dampak positif, baik mampu meminimumkan cost, waktu pengiriman, serta mampu meningkatkan kepuasan pelanggan ketika memperoleh produk dengan tepat waktu. PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan asal Jepang yang bergerak di bidang manufaktur dengan memproduksi alat musik piano. Salah satu stasiun produksi yang ada di PT Yamaha Indonesia adalah Cabinet Case. Dalam menjalankan produksinya bagian Cabinet Case menggunakan sistem job shop yaitu ditandai dengan routing proses yang dilewati oleh tiap job bervariasi, serta mesin-mesin yang digunakan oleh tiap job pun bervariasi. Salah satu permasalahan yang terjadi pada bagian Cabinet Case adalah keterlambatan penyelesaian order, yang dapat dilihat dari ketidaktercapaian target produksi per harinya yang menyebabkan bertambahnya waktu produksi bagian Cabinet Case yang biasa disebut sebagai overtime guna mengejar target dari output hariannya. Dengan menggunakan diagram pareto, ketidaktercapaian atau minus produksi tertinggi yang ada di bagian Cabinet Case yaitu untuk model piano B1 PE/PWH sebesar 38%. Oleh karena itu, perlu dilakukan usulan penjadwalan pada setiap mesin untuk meminimumkan total waktu penyelesaian job (makespan). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan algoritma Non Delay pada mesin majemuk sesuai dengan keadaan perusahaan. Hasil dari penjadwalan dengan menggunakan algoritma Non Delay menunjukkan total waktu penyelesaian job (makespan) sebesar 339,37 menit. Sedangkan hasil perhitungan waktu penyelesaian job (makespan) yang dilakukan perusahaan saat ini yaitu sebesar 507,85 menit. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa metode penjadwalan dengan menggunakan algoritma non delay lebih optimal dibandingkan dengan penjadwalan aktual pada perusahaan saat ini dengan mampu meminimasi waktu makespan dari penjadwalan awal perusahaan sebesar 33,18% atau setara dengan 168,48 menit lebih cepat penyelesaiannya.

Kata Kunci : *Penjadwalan, Job, Algoritma Non Delay, Job Shop, Mesin Majemuk*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
SURAT KETERANGAN PENELITIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	8
2.1 Kajian Induktif	8
2.2 Kajian Deduktif	10
2.2.1. Penjadwalan	10
2.2.2. Tujuan Penjadwalan	11
2.2.3. Elemen Penjadwalan	12
2.2.4. Istilah Dalam Penjadwalan	16
2.2.5. Klasifikasi Penjadwalan Produksi	17
2.2.6. Aturan Prioritas	22
2.2.7. Diagram Pareto (<i>Pareto Chart</i>)	24
2.2.8. Perhitungan Waktu Baku	26
2.2.9. Penjadwalan Non Delay	27
2.2.10. <i>Gantt Chart</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Objek Penelitian	34
3.2 Jenis Data	34
3.3 Metode Pengumpulan Data	35
3.4 Alur Penelitian	35
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	40
4.1 Pengumpulan Data	40
4.1.1 Deskripsi Perusahaan	40
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	42
4.1.3 Struktur Organisasi	43
4.1.4 Proses Produksi di <i>Cabinet Case</i>	45
4.1.5 Data Ketidaktercapaian (<i>Minus</i>) Produksi di <i>Cabinet Case</i>	47
4.1.6 Data Produk (<i>Job</i>)	48
4.1.7 Data Mesin	49

4.1.8	Data <i>Routing</i> Proses	50
4.1.9	Data Rencana Produksi	50
4.1.10	Data Waktu Siklus	51
4.1.11	Data <i>Allowance</i>	52
4.2	Pengolahan Data	52
4.2.1	Diagram Pareto	52
4.2.2	Penentuan <i>Rating Factor</i>	53
4.2.3	Perhitungan Waktu Normal.....	55
4.2.4	Perhitungan Waktu Baku	55
4.2.5	Perhitungan Waktu Penyelesaian <i>Job</i>	56
4.2.6	Penjadwalan Yang Dilakukan Perusahaan	56
4.2.7	Penjadwalan Mesin Dengan Algoritma <i>Non Delay</i>	60
BAB V PEMBAHASAN		65
5.1	Analisis Pejadwalan Yang Dilakukan Perusahaan	65
5.2	Analisis Penjadwalan Dengan Algoritma <i>Non Delay</i>	66
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
6.1	Kesimpulan	69
6.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Matriks Routing.....	14
Tabel 2. 2 Contoh Matriks Waktu Operasi	14
Tabel 2. 3. Westinghouse Rating	27
Tabel 4. 1. Data Rencana dan Aktual Produksi Bulan Maret – Juni 2018.....	47
Tabel 4. 2. Akumulasi Minus Produksi di Cabinet Case	48
Tabel 4. 3. Data Produk (Job)	49
Tabel 4. 4. Data Mesin	49
Tabel 4. 5. Data Routing Mesin	50
Tabel 4. 6. Data Rencana Produksi Harian Cabinet Case	50
Tabel 4. 7. Data Waktu Siklus	51
Tabel 4. 8. Presentase Kumulatif Total Ketidaktercapaian (Minus) Produksi.....	52
Tabel 4. 9. Hasil Westinghouse Rating 1	54
Tabel 4. 10. Hasil Westinghouse Rating 2	54
Tabel 4. 11. Hasil Westinghouse Rating 3	55
Tabel 4. 12. Waktu Normal.....	55
Tabel 4. 13. Waktu Baku.....	56
Tabel 4. 14. Waktu Baku Penyelesaian.....	56
Tabel 4. 15. Penjadwalan Perusahaan (Awal).....	57
Tabel 4. 16. Penjadwalan Usulan dengan Algoritma Non Delay	60
Tabel 5. 1 . Rincian Makespan dengan Penjadwalan Perusahaan.....	66
Tabel 5. 2. Rincian Makespan dengan Algoritma Non Delay	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Diagram Pareto Ketidaktercapaian Produksi	2
Gambar 2. 1 Contoh Layout Mesin Paralel Multi Stage	18
Gambar 2. 2. Alur Proses Pure Flow Shop	19
Gambar 2. 3. Alur Proses General Flow Shop	19
Gambar 2. 4. Alur Proses Job Shop	20
Gambar 2. 5. Contoh Diagram Pareto	25
Gambar 2. 6. Flowchart Algoritma Non Delay pada Mesin Majemuk	31
Gambar 2. 7. Contoh Gantt Chart	32
Gambar 3. 1. Alur Penelitian.....	37
Gambar 4. 1. Upright Piano	41
Gambar 4. 2. Grand Piano.....	42
Gambar 4. 3. Struktru Organisasi Perusahaan	43
Gambar 4. 4. Diagram Pareto Ketidaktercapaian (Minus) Produksi	53
Gambar 4. 5. Gantt Chart Penjadwalan Perusahaan (Awal)	59
Gambar 4. 6. Gantt Chart Penjadwalan Mesin Produksi dengan Algoritma Non Delay	63

BAB I

PENDAHULUAN

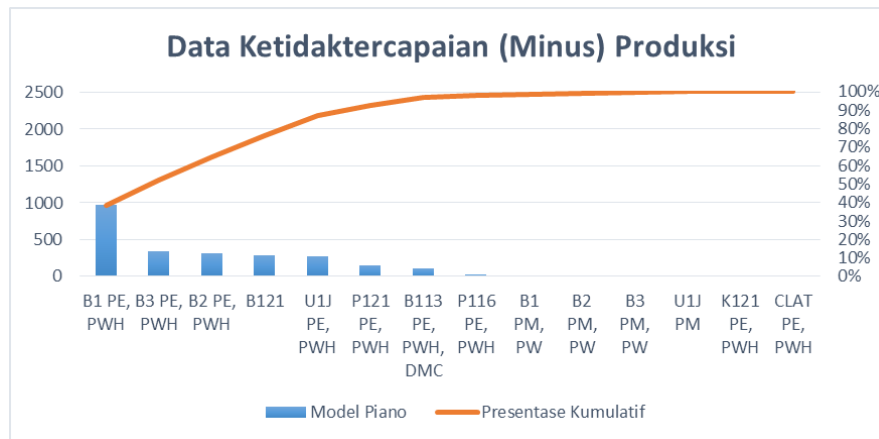
1.1 Latar Belakang

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan dari Jepang yang bergerak di bidang manufaktur khususnya memproduksi alat musik Piano. Piano yang diproduksi oleh PT Yamaha Indonesia terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Grand Piano (GP)* dan *Upright Piano (UP)* yang sebagian besar produksinya diimpor ke beberapa negara di belahan dunia. PT Yamaha Indonesia memiliki beberapa bagian atau stasiun produksi dan salah satunya adalah bagian *Cabinet Case* yang berada dalam naungan departemen *Wood Working*. Proses produksi di bagian *Cabinet Case* adalah mengolah beberapa kabinet atau part dari piano, baik piano jenis UP maupun GP sebelum dikirim ke bagian akhir dari *Wood Working* itu sendiri yaitu bagian *QC (Quality Control)* dan juga bagian lain dari departemen *Wood Working* juga, seperti bagian *Machine UP*, dan *NC Machine*.

Dalam menjalankan tugas atau prosesnya, bagian *Cabinet Case* menggunakan beberapa mesin yang ada, antara lain terdapat 12 mesin *rotary press*, 2 mesin *edge former*, 1 mesin *router table*, 2 mesin *hand trimmer*, 1 mesin *bench saw*, 1 mesin *cross cut*, 1 mesin *single bore*, dan 1 mesin *moulder*, sehingga total terdapat 21 mesin penunjang pekerjaan yang ada di bagian *Cabinet Case*.

Salah satu permasalahan yang terjadi pada bagian *Cabinet Case* adalah keterlambatan penyelesaian pesanan atau *order*, yang dapat dilihat dari ketidaktercapaian target produksi per bulannya yang menyebabkan bertambahnya

waktu produksi bagian *Cabinet Case* yang biasa disebut sebagai *overtime* guna mengejar target dari *output* hariannya. Dapat dilihat pada diagram pareto dibawah ini bahwa presentase ketidaktercapaian atau *minus* produksi tertinggi dari bulan Maret 2018 sampai dengan bulan Juni 2018 yang ada di bagian *Cabinet Case* yaitu untuk model piano B1 PE/PWH.



Gambar 1. 1. Diagram Pareto Ketidaktercapaian Produksi

Yang menjadi salah satu akar permasalahan pada bagian *Cabinet Case* tersebut ialah sistem penjadwalan produksi yang dirasakan kurang efektif untuk dijalankan. *Cabinet Case* mengalami kesulitan dalam menentukan prioritas pekerjaan atau *job* yang akan dikerjakan untuk bisa menyelesaikan proses produksi sesuai dengan *plan* atau rencana produksi hariannya. Selama ini *Cabinet Case* tidak menggunakan aturan prioritas pengerjaan *job*, dalam pengerjaan aktualnya *job* yang datang ke *Cabinet Case* terlebih dahulu lah yang langsung dikerjakan, atau kabinet apa yang datang ke *Cabinet Case*, kabinet tersebut lah yang akan langsung dikerjakan, walaupun kabinet tersebut tidak sesuai dengan *plan* produksi harian yang sudah ditetapkan. Namun ketika terdapat kabinet yang datang dari *supplier* dengan catatan bahwa kabinet tersebut bersifat *urgent* atau mendesak maka kabinet yang sebelumnya sedang dikerjakan, harus dihentikan terlebih dahulu untuk bisa segera memproses atau mengerjakan kabinet yang bersifat *urgent* tersebut. Setelah kabinet yang bersifat *urgent* tersebut selesai

dikerjakan, baru lah kabinet yang sebelumnya dihentikan tadi dilanjutkan untuk dikerjakan kembali.

Sebagai solusi dalam memecahkan permasalahan diatas, penulis bertujuan untuk memberikan usulan penjadwalan pada setiap mesin untuk dapat meminimumkan jumlah *makespan* agar target output / 8 jamnya 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 dasar dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang tersedia untuk dapat menyelesaikan sekumpulan tugas dengan jangka waktu yang ditentukan (Bedworth & Bailey, 1987). 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 Yamaha Indonesia terutama permasalahan yang dihadapi oleh bagian *Cabinet Case* yang sudah dijelaskan sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dirumuskan pokok permasalahannya adalah “Bagaimana usulan penjadwalan mesin produksi pada bagian *Cabinet Case* yang mampu meminimalkan waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) *job* agar tercapai target output / 8 jam.”

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari hasil penelitian ini berdasarkan perumusan masalah diatas adalah untuk memberikan usulan penjadwalan mesin produksi pada bagian *Cabinet Case* sehingga dapat meminimalkan waktu penyelesaian keseluruhan (*makespan*) *job* agar tercapai target output / 8 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain :

- 1) Sebagai bahan pertimbangan atau usulan yang positif bagi PT Yamaha Indonesia khususnya untuk bagian *Cabinet Case*, 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 Penelitian

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Data *plan* atau rencana produksi yang digunakan adalah rencana produksi bulan Juli 2018 sesuai dengan data PSI PT Yamaha Indonesia.
- 2) Kabinet yang diteliti atau dilakukan usulan penjadwalannya adalah kabinet-kabinet untuk piano model B1 PE/PWH.
- 3) Mesin yang digunakan dianggap berjalan dengan normal dan tidak terjadi *breakdown* sampai pekerjaan selesai dalam waktu 8 jam.
- 4) *Supply* kabinet dari *work station* sebelumnya tersedia tepat waktu, sehingga semua *job* yang akan diproses atau diproduksi juga sesuai dengan waktu rencana penjadwalan produksi.
- 5) Operator mampu mengoperasikan mesin sesuai rencana penjadwalan produksi.
- 6) Waktu perpindahan material dan *setup* mesin tidak diperhitungkan.
- 7) Waktu yang digunakan pada tiap operasi merupakan waktu baku operasi.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini menerangkan sejumlah istilah-istilah yang digunakan oleh peneliti. Dalam bab ini juga mengemukakan kajian induktif, yaitu mengkaji beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti, yaitu mengenai penjadwalan produksi dengan menggunakan algoritma *non delay* sebagai dasar penguat maupun pembanding 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 meliputi objek penelitian yaitu kabinet-kabinet model piano B1 PE/PWH yang melalui bagian *Cabinet Case*, dengan menggunakan metode pengumpulan data secara langsung melalui wawancara dan observasi lapangan untuk mendapatkan data primer pada penelitian ini, serta 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. 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. Dari rumusan masalah serta tujuan yang sudah ditetapkan kemudian dicari metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dengan mengaji beberapa literatur pendukung penelitian ini. Setelah mendapatkan metode yang tepat, kemudian melakukan pengambilan data primer dan data sekunder sebagai bahan untuk dilakukan 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. Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini antara lain dengan membuat diagram Pareto, menghitung waktu baku, menghitung *makespan* penjadwalan aktual yang dilakukan bagian *Cabinet Case*, serta menghitung *makespan* penjadwalan usulan dengan algoritma *non delay*. Setelah data selesai diolah dan didapatkan hasilnya, lalu dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data tersebut untuk dilakukan pembahasan secara menyeluruh agar dapat ditarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian ini serta memberikan saran atau rekomendasi sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data-data perusahaan serta data-data pendukung lainnya yang berkaitan dengan proses penelitian. Data tersebut terdiri dari data primer serta data sekunder yang didapatkan dengan metode pengumpulan data yang sudah dijelaskan pada BAB III. Data-data yang ditampilkan pada bab ini dan akan dilakukan pengolahan antara lain data-data arsip perusahaan atau dokumen mengenai data *minus* produksi di bagian *Cabinet Case*, data produk (*job*), data mesin, data *routing* mesin dan waktu siklusnya, serta data *plan* produksi hariannya. Data-data yang sudah didapat tersebut selanjutnya akan diolah guna mendapatkan hasil antara lain untuk membuat diagram Pareto, menghitung waktu baku, menghitung *makespan* penjadwalan aktual

yang dilakukan bagian *Cabinet Case*, serta menghitung *makespan* penjadwalan usulan dengan algoritma *non delay*.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data dan juga mengidentifikasi kekurangan yang ada pada kondisi aktual, yaitu sistem penjadwalan masih terbilang konvensional atau tidak adanya aturan prioritas waktu pengerjaan *job* sehingga sulit untuk mencapai target produksi harian pada bagian *Cabinet Case*. 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*) kabinet-kabinet piano model B1 PE/PWH yang melalui bagian *Cabinet Case*.

BAB VI 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 sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Dalam bab kajian literatur ini salah satunya akan dibahas mengenai cara berpikir akan fakta-fakta ataupun kejadian khusus yang sudah diketahui sebelumnya untuk dapat ditarik menjadi suatu simpulan yang masih bersifat umum, yang disebut sebagai kajian induktif (Bani, 2011). Dalam penelitian ini akan dikaji penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan topik bahasan untuk dapat menunjang penelitian yang akan dilakukan.

Penelitian pertama yaitu yang dilakukan oleh Livia dan Alfian (2014) 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* sebesar 769.506 menit 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 selanjutnya yang dilakukan oleh Barokah et al. (2016) 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.

Pada penelitian ketiga yang dilakukan oleh Harto et al. (2016) 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.

Penelitian selanjutnya yaitu yang dilakukan oleh Ong (2013) pada PT. XYZ, salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *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 daripada 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).

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1. Penjadwalan

Penjadwalan adalah suatu dasar dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan keterbatasan sumber daya yang tersedia untuk dapat menyelesaikan sekumpulan tugas dengan jangka waktu yang ditentukan (Bedworth & Bailey, 1987). Sedangkan pengertian penjadwalan menurut Morton dan Pentico (1993) adalah suatu proses pengorganisasian dalam menentukan ataupun memilih waktu yang tepat untuk menggunakan sumber daya yang ada guna mendapatkan *output* yang ingin dicapai 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 Scheduling, 2009). 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 Bedworth dan Cao (2002) 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 : (Morton & Pentico, 1993)

- 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.

2.2.2. Tujuan Penjadwalan

Menurut Bedworth (1987) suatu aktivitas proses penjadwalan memiliki beberapa tujuan 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 Baker (1974) :

- 1) Mengurangi waktu menganggur pada mesin agar produktivitas pada mesin tersebut meningkat
- 2) Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan cara mengurangi sejumlah pekerjaan (*job*) yang menunggu dalam antrian suatu mesin, dikarenakan mesin tersebut masih sibuk
- 3) 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, 1974). 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.

2.2.3. Elemen Penjadwalan

Terdapat tiga elemen penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses penjadwalan, diantaranya dapat dijelaskan sebagai berikut (Baker, 2009) :

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. Di bawah 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 contoh matriks *routing* dibawah ini :

Tabel 2. 1 Contoh Matriks *Routing*

<i>Job</i>	Operasi		
	1	2	3
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3

Dengan :

O_{ijk} : *Job* i, operasi j, diproses pada mesin k

O_{211} : *Job* 2, operasi 1, diproses pada mesin 1

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

Tabel 2. 2 Contoh Matriks Waktu Operasi

<i>Job</i>	Operasi		
	1	2	3
1	3	4	1
2	3	2	4
3	5	2	4
4	1	3	2

Dengan :

O_{ijk} : *Job* i, waktu proses operasi j, diproses pada mesin k

O_{211} : *Job* 2, operasi 1, diproses pada mesin 1

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.

2.2.4. Istilah Dalam Penjadwalan

Dalam lingkungan penjadwalan akan ditemukan beberapa istilah yang dijadikan sebagai variabel dalam mengukur performansi dalam penjadwalann itu sendiri, Baker (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 : (Baker, 1974)

- 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*.

2.2.5. 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 Conway (2001) :

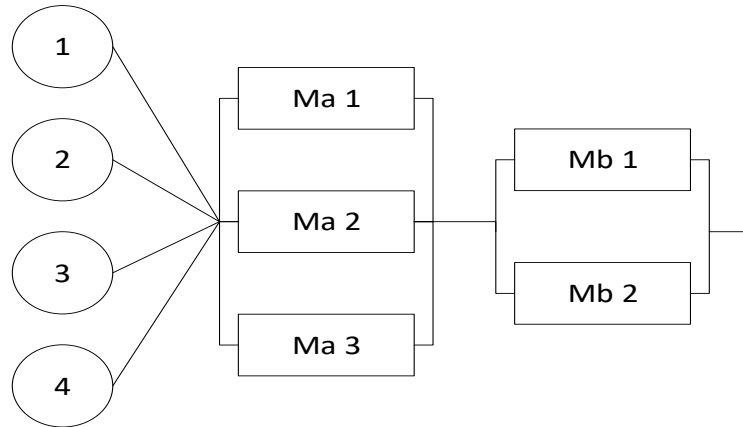
- 1) Jumlah mesin, berdasarkan jumlah mesin yang digunakan dapat dikelompokkan lagi menjadi:
 - a. Penjadwalan pada mesin tunggal

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, ...) 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 :
 - a. Pola kedatangan statis, merupakan suatu pola dimana *job* datang secara serentak atau bersamaan dan semua fasilitas tersedia atau siap digunakan saat *job* tersebut datang.
 - b. 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:
 - a. Informasi yang bersifat deterministik, yaitu informasi yang bersifat pasti terkait *job* dan mesin produksi, seperti contohnya waktu kedatangan *job* dan waktu proses operasi.
 - b. 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:
 - a. *Pure Flow Shop*

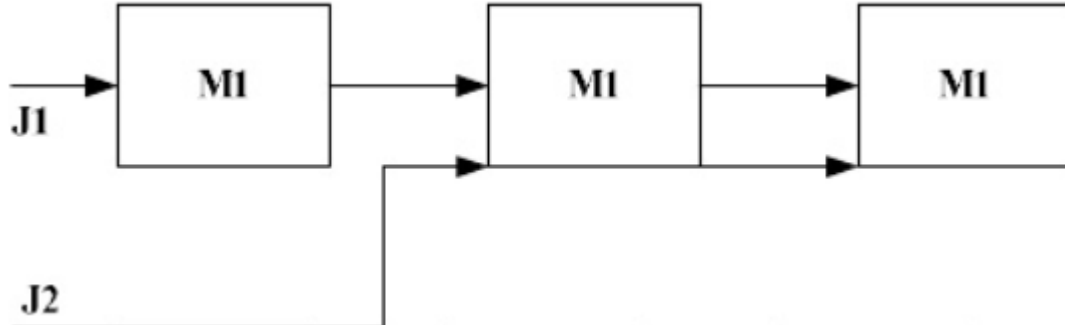
Pure flow shop merupakan alur produksi yang memiliki jalur yang sama untuk semua *job* yang dikerjakan. Alur prosesnya dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 2.2. dibawah ini.



Gambar 2. 2. Alur Proses Pure Flow Shop

b. *General Flow Shop*

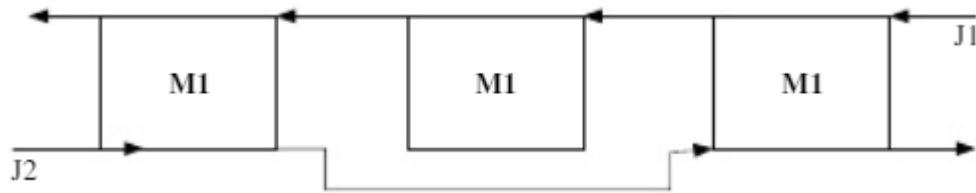
General flow shop adalah alur produksi yang memiliki pola aliran berbeda dengan alur *flow shop* pada biasanya, dikarenakan pada alur produksi ini memiliki variasi dalam *job* nya, sehingga *job* yang datang tidak harus dikerjakan pada semua mesin yang ada. Alur prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.3. 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 lainnya dengan 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, 1992)

- a) *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, yang memiliki karakteristik dan 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 pada saat *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 (1974) adalah sebagai berikut :

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

2.2.6. Teknik-teknik Penyelesaian Masalah pada *Job Shop*

Teknik yang biasanya digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada penjadwalan tipe *job shop* terbagi menjadi dua teknik, antara lain :

- 1) Teknik Pendekatan Optimal
- 2) Teknik Pendekatan Heuristik

2.2.7. Aturan Prioritas

Aturan prioritas digunakan untuk memenuhi *job* mana yang akan dikerjakan terlebih dahulu. Menurut Baker (1974) 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*.

- b) *Least Work Remaining (LWKR)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki sisa waktu pengerjaan yang terpendek.

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

Aturan ini memprioritaskan dengan urutan *job* yang datang lebih awal untuk dapat diselesaikan lebih awal juga.

- d) *Most Work Remaining (MWKR)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki waktu proses terbanyak.

- e) *Most Operation Remaining (MOPNR)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki waktu proses terbanyak dan terlama.

2) Aturan Prioritas Global

Aturan prioritas global memanfaatkan informasi atau status dari mesin-mesin yang lainnya. 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 memprioritaskan operasi yang penyelesaiannya paling awal.

Selain itu, pengklasifikasian aturan prioritas juga dapat berdasarkan dari informasi-informasi yang bersifat dinamis (Baker, 1974), antara lain :

1) Aturan Statis

Pada tipe ini, setiap *job* dianggap memiliki prioritas yang sama, diantaranya :

a) *First Arrival at The Shop Served (FASFS)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang datang paling awal di *shop floor*.

b) *Total Work (TWORK)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki total proses untuk seluruh operasi yang dilaksanakan paling sedikit.

c) *Earliest Due Date (EDD)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki *due date* atau tenggat waktu paling cepat.

2) Aturan Dinamis

Pada tipe ini prioritas yang diberikan berbeda-beda untuk setiap operasi yang berbeda juga pada suatu *job*, diantaranya :

a) *Operation Due Date (OPNDD)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki *due date* paling cepat.

b) *First Come First Server (FCFS)*

Aturan ini memprioritaskan operasi yang terlebih dahulu masuk ke dalam antrian pada suatu mesin.

c) *Slack Time per Operation (ST/O)*

Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki nilai *slack time* per operasinya paling kecil.

d) *Slack Time (ST)*

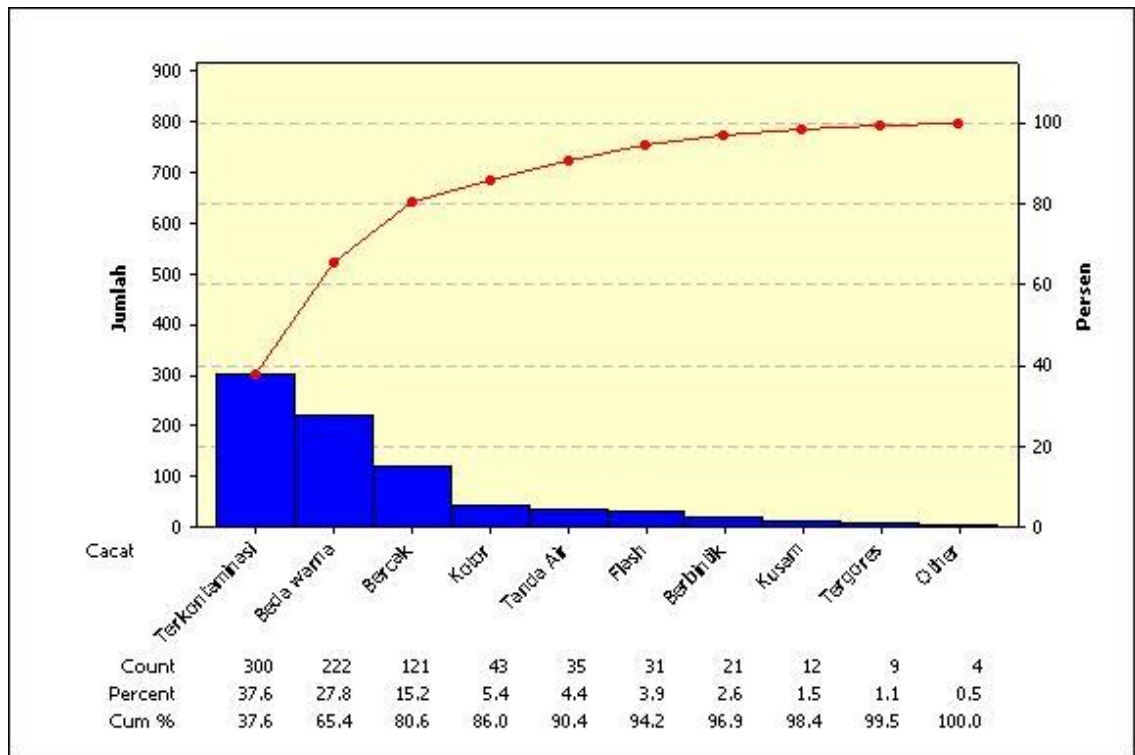
Aturan ini memprioritaskan *job* yang memiliki nilai *slack time* paling kecil. Dimana nilai *slack time* didapatkan dengan mengurangi waktu proses dengan *due date*-nya.

2.2.8. 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. Dengan demikian, diagram Pareto membantu tim untuk memfokuskan upaya mereka dalam memperbaiki suatu masalah yang memiliki potensi dampak terbesar.



Gambar 2. 5. Contoh Diagram Pareto

(Sumber : Wikipedia Indonesia)

Diagram Pareto dapat digunakan saat :

- Menganalisis data tentang frekuensi masalah atau penyebab dalam suatu proses.
- Memfokuskan pada masalah atau penyebab yang paling signifikan dari sekian banyak variasi masalah atau penyebab yang ada.
- Menganalisis faktor penyebab atau masalah yang luas dengan melihat hal khusus dari penyebab atau masalah tersebut.
- Mengkomunikasikan data dengan pihak lain.

Dengan menggunakan Diagram Pareto maka :

- Dapat memilah masalah utama atau masalah terbesar menjadi bagian yang lebih kecil sehingga dapat fokus untuk melakukan upaya perbaikannya.
- Mengidentifikasi dan mengurutkan faktor yang paling signifikan berdasarkan prioritasnya.
- Memungkinkan pemanfaatan yang lebih baik terhadap sumber daya yang terbatas.

2.2.9. 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 (Heizer & Render, 2006):

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

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

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

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

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*

<i>Skill</i>			<i>Effort</i>		
+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	
<i>Condition</i>			<i>Consistency</i>		
+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>

2.2.10. 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 (Baker, 1974):

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 $J = R_j + t_{ij}$

t_{ij} = waktu proses pekerjaan i pada operasi j .

b) Langkah-langkah 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, berarti lanjutkan 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*

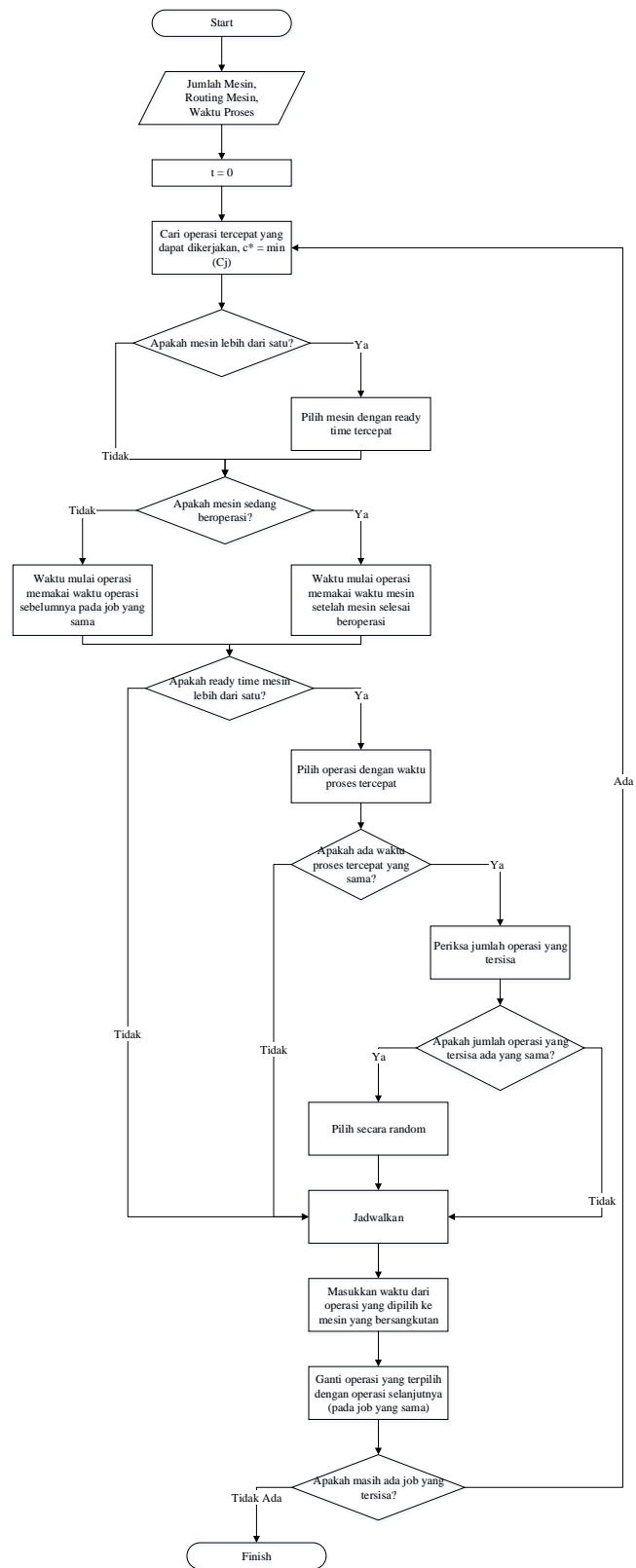
Step 8 : Jadwalkan operasi tersebut.

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* dari kerangka pikir atau langkah dalam menggunakan algoritma *non delay* pada mesin majemuk.

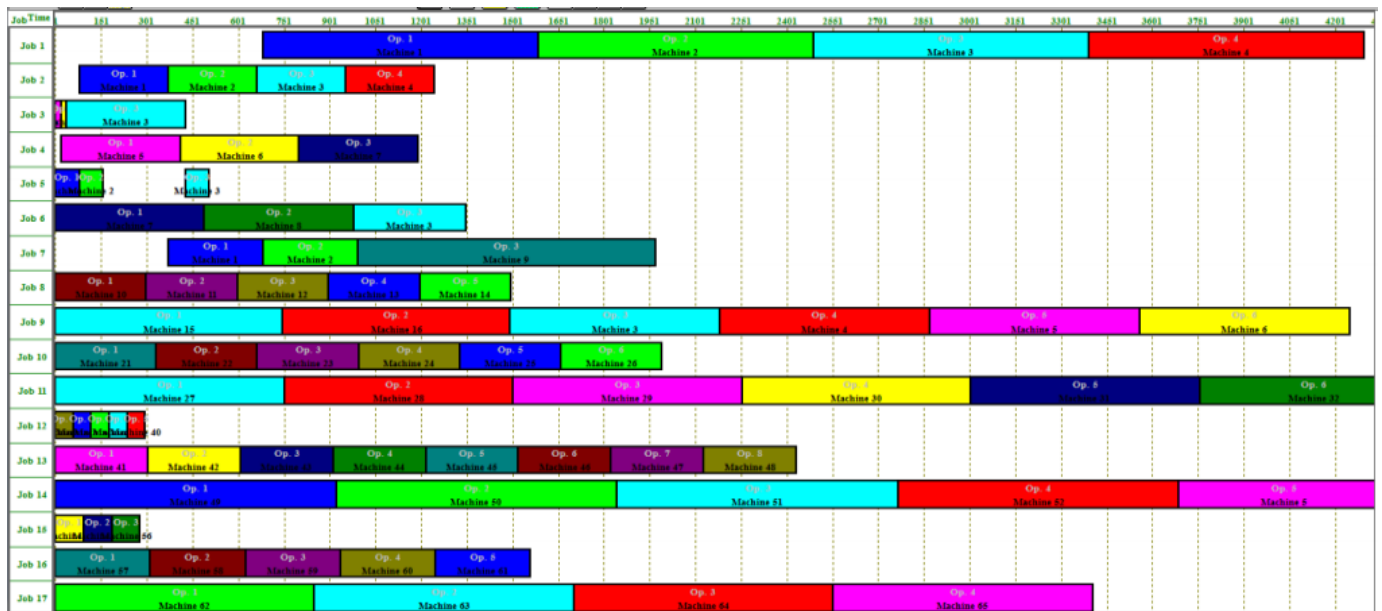


Gambar 2. 6. *Flowchart* Algoritma *Non Delay* pada Mesin Majemuk

2.2.11. *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.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada departemen *Wood Working* khususnya pada bagian *Cabinet Case* PT Yamaha Indonesia yang berlokasi di kawasan Jakarta Industrial Estate Pulogadung (JIEP) jalan Rawagelam I/5, Jakarta Timur 13930. Objek pada penelitian ini ialah kabinet-kabinet dari jenis piano *Upright Piano (UP)* dengan model B1 PE/PWH yang diproses pada bagian *Cabinet Case*.

3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang langsung diperoleh dari sumbernya, baik melalui wawancara dengan pihak-pihak yang bersangkutan, serta melakukan pengamatan dan observasi langsung di lapangan terkait proses produksi kabinet-kabinet yang menjadi objek pada penelitian ini.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pengumpulan dokumen-dokumen atau arsip milik perusahaan yang berhubungan dengan penjadwalan produksi per hari maupun bulanan, serta jurnal maupun artikel lainnya yang berkaitan dengan objek penelitian ini.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan pada penelitian ini dalam mengumpulkan data antara lain:

a. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab langsung secara tatap muka dengan pihak-pihak yang berhubungan dan bertanggung jawab dengan bagian *Cabinet Case*, seperti *Foreman Cabinet Case*, Kepala Kelompok *Cabinet Case*, *Operator Cabinet Case*, *Staff Production Engineering* dan *Assistant Manager Production Engineering*.

b. Observasi

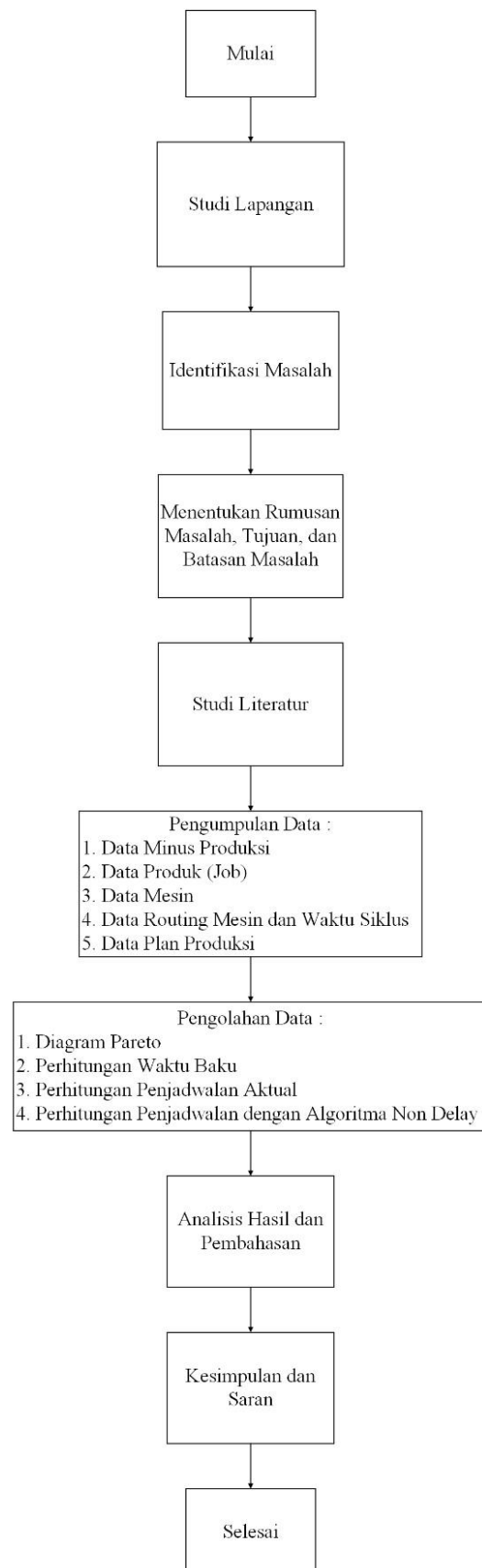
Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan langsung atas keadaan maupun aktivitas di lapangan yang menunjang data-data pada penelitian ini, seperti alur produksi, kabinet apa saja yang diproduksi, sistem penjadwalan produksi yang sedang dilaksanakan, serta potensi-potensi ataupun permasalahan yang sedang terjadi yang berhubungan dengan penjadwalan produksi pada *Cabinet Case*.

c. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data dengan cara mengaji literatur tentang informasi yang didapatkan dari arsip perusahaan, membaca jurnal dan penelitian terdahulu, serta teori-teori yang berkaitan dengan topik pada penelitian ini.

3.4 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 3. 1. Alur Penelitian

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

1) Mulai

Penelitian dilakukan pada bagian *Cabinet Case* PT Yamaha Indonesia.

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) 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 langsung secara ke lapangan dan wawancara kepada pihak-pihak yang terkait.

4) Menentukan Rumusan Masalah, Tujuan, dan Batasan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi masalah, kemudian dilakukan perumusan masalah sehingga penelitian ini dapat diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Setelah masalah sudah dirumuskan, lalu menentukan tujuan yang akan dicapai dan sebagai dasar dalam penarikan kesimpulan pada penelitian ini. Batasan masalah dilakukan untuk membuat penelitian lebih fokus terhadap permasalahan yang akan diselesaikan karena kompleksitas permasalahan dan keterbatasan data di lokasi penelitian.

5) Kajian Literatur

Kajian literatur berfungsi untuk mencari referensi serta teori-teori dari 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.

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 *Cabinet Case*, data produk (*job*), data mesin, data *routing* mesin dan waktu siklusnya, serta data *plan* produksi hariannya.

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 kabinet-kabinet jenis model piano apa yang mengalami *minus* produksi yang dominan di bagian *Cabinet Case* dan selanjutnya dapat diketahui prioritas penyelesaian terhadap kabinet-kabinet jenis model piano 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 kabinet model

B1 PE/PWH yang selama ini diterapkan oleh PT Yamaha Indonesia khususnya bagian *Cabinet Case*.

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*) kabinet model B1 PE/PWH 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 *Cabinet Case* 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 kabinet-kabinet model piano B1 PE/PWH yang melalui bagian *Cabinet Case*, serta memberikan saran atau rekomendasi sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

10) Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Deskripsi Perusahaan

Pada suatu daerah di negara Jepang yang bernama Hamamatsu didirikanlah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur khususnya dalam memproduksi alat-alat musik. Perusahaan tersebut diberi nama *Yamaha Organ Works* yang didirikan pada tahun 1887 oleh seseorang bernama Toraksu Yamaha.

Seiring berjalannya waktu *Yamaha Organ Works* mulai berkembang, tidak hanya memproduksi alat-alat musik saja, namun juga memperlebar pasarnya dengan cara masuk kedalam bidang pendidikan musik, dimana pada saat itu *Yamaha Organ Works* dipimpin oleh *Mr. Gen Ichi*. *Yamaha Organ Works* mulai membangun sekolah-sekolah musik serta menyelenggarakan konser-konser ataupun festival musik guna menunjukkan kontribusinya yang lebih besar terhadap perindustrian musik di dunia.

Yamaha Organ Works kemudian berganti nama menjadi *Yamaha Corporation Japan (YCJ)* dan terus berkembang meluaskan pasarnya hingga mendirikan beberapa cabang di berbagai negara di dunia, salah satunya yaitu Indonesia. Pada tahun 1972 pemimpin dan juga pembesar *Yamaha Corporation Japan (YCJ)*, *Mr. Gen Ichi* berkunjung ke Indonesia dan kemudian tertarik untuk mendirikan industri alat-alat musik di Indonesia, maka beliau berpikir Yamaha lah yang harus mempelopornya, maka lahirlah PT Yamaha Indonesia (YI) yang resmi didirikan pada tanggal 27 Juni 1974 di lokasi seluas 15.711 m² di kawasan industri Pulogadung, Jakarta Timur.

Pada awal berdirinya, produk yang diproduksi di PT YI terdiri dari *piano*, *electone*, *pianica*, dan beberapa alat musik lainnya. Namun pada tahun 1988 PT YI memutuskan untuk hanya fokus dalam memproduksi alat musik jenis piano saja, dengan beberapa jenis piano yang diproduksi antara lain piano *Disklavier*, dan piano *Instrument* yang biasa disebut dengan model *Upright Piano (UP)* dan *Grand Piano (GP)* yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4. 1. *Upright Piano*

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

Seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas, piano dengan jenis UP merupakan piano yang memiliki strung tegak (vertikal). Piano dengan jenis UP sendiri diproduksi menjadi beberapa model, seperti model B1, B2, B3, K121, P121, P22, P116, P118, dan U1J.



Gambar 4. 2. *Grand Piano*

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

Gambar 4.2. diatas menunjukkan piano dengan jenis GP yang berbeda dengan jenis UP, yaitu GP merupakan piano yang memiliki strung baring (horizontal). Sama halnya dengan piano jenis UP, piano dengan jenis GP juga diproduksi menjadi beberapa model antara lain model GB1, GN1, dan GN2. Model piano jenis GP memang lebih sedikit variasi modelnya dibandingkan dengan piano jenis UP, mengingat dimensi ukuran dari piano GP sendiri jauh lebih besar dibandingkan dengan piano jenis UP.

Dari beberapa model berdasarkan bentuk dan fungsionalnya yaitu UP dan GP, piano yang diproduksi oleh PT YI juga dibedakan lagi kedalam beberapa jenis warna, seperti piano dengan jenis warna *Polished Ebony (PE)* yaitu berwarna hitam, *Polished White (PWH)* yaitu berwarna putih, *Polished Mahogany (PM)* yaitu dengan corak kayu berwarna cokelat, dan *Polished Walnut (PW)* dengan corak kayu juga namun berwarna cokelat agak kemerahan.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

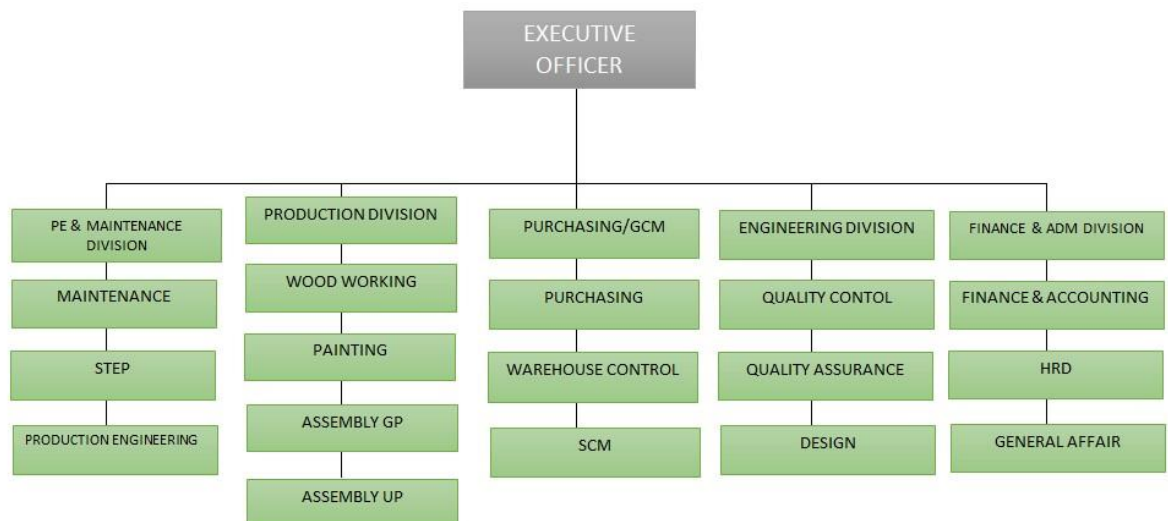
PT Yamaha Indonesia memiliki visi perusahaan sendiri, yaitu untuk menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan pelanggan Yamaha di seluruh dunia, berupa produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan pelanggan.

Adapun misi dari PT Yamaha Indonesia untuk mencapai visi perusahaan yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut :

- 1) Mempromosikan dan mendukung popularisasi pendidikan musik.
- 2) Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan.
- 3) Kesempurnaan dalam produk dan pelayanan.
- 4) Usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar.
- 5) Peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala serta globalisasi dari bisnis Yamaha.
- 6) Secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi produk.

4.1.3 Struktur Organisasi

Pada Gambar 4.3. dibawah merupakan gambaran dari struktur organisasi yang ada pada PT Yamaha Indonesia.



Gambar 4. 3. Struktru Organisasi Perusahaan

Seperti dilihat pada Gambar 4.3. diatas dapat kita ketahui pembagian tugas maupun tanggung jawab anggota organisasi dalam perusahaan berdasarkan tugas dan wewenangnya, yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Divisi *Production Engineering* dan *Maintenance* menangani masalah *kaizen* (*continuous improvement*) dan perbaikannya (*maintenance*). Divisi *Production Engineering* dan *Maintenance* sendiri terdiri dari *STEP* (*Supporting Team for Engineeringg Project*), dan *Production Engineering*. Apabila ada permintaan dari *user* / operator untuk melakukan *upgrade* atau modifikasi mesin, maka dapat diajukan kepada divisi ini untuk selanjutnya akan dikaji ulang terlebih dahulu mengenai tindakan *kaizen* sebelum tindakan terhadap permintaan mengenai mesin tersebut dilakukan.
- 2) Divisi Produksi terbagi menjadi beberapa divisi kecil dibawahnya antara lain *Wood Working*, *Painting*, *Assembly GP*, dan *Assembly UP*. Divisi ini merupakan divisi yang menangani langsung terhadap aktivitas produksi perusahaan, mulai dari awal proses pembuatan piano baik jenis UP maupun GP dari bahan mentahnya yang ditangani oleh bagian *Wood Working*, kemudian masuk ke bagian *Painting* untuk dilakukan *spray* maupun pengecatan dan beberapa proses lainnya terhadap kabinet-kabinet piano sebelum dirakit oleh bagian *Assembly UP* dan *Assembly GP* hingga melewati tahap *Finishing* dan *Packing* piano. Semua proses tersebut ditangani oleh divisi Produksi.
- 3) Divisi *Purchasing*, divisi ini memiliki tanggung jawab dalam urusan terkait order barang, baik dari segi penentuan harga, pemilihan vendor, serta pembuatan laporan pembelian dan pengeluaran barang atau material. Pada divisi ini juga yang harus dapat memastikan kesediaan barang / material melalui *audit control stock*. Beberapa bagian yang dibawah oleh divisi *Purchasing* ini antara lain *Supply Chain Management*, *Purchasing*, dan juga *Warehouse*.
- 4) Divisi *Engineering* bertanggung jawab terhadap proses *design*, pengendalian kualitas dan juga penjaminan kualitas produk piano, yang terdiri dari bagian *Design*, *Quality Control*, dan *Quality Assurance*.

- 5) Divisi *Finance & Administration* langsung membawahi beberapa divisi kecil dibawahnya yaitu *Finance & Accounting* yang menangani urusan keuangan perusahaan, *Human Resource Development* yang menangani urusan terkait manajemen sumber daya manusia yang ada di perusahaan dan juga perekrutan pegawai baru, serta divisi *General Affair*.

4.1.4 Proses Produksi di *Cabinet Case*

Proses utama yang dilakukan oleh bagian *Cabinet Case* adalah *press* atau proses pengeleman *backer* pada kabinet. Semua kabinet yang masuk ke bagian *Cabinet Case* pasti akan melalui mesin *rotary press* pada awal prosesnya. Dalam melaksanakan proses produksinya, bagian *Cabinet Case* menggunakan 21 mesin yang terdiri dari 12 mesin *rotary press*, 2 mesin *edge former*, 1 mesin *router table*, 2 mesin *hand trimmer*, 1 mesin *bench saw*, 1 mesin *cross cut*, 1 mesin *single bore*, dan 1 mesin *moulder*. Semua jenis mesin ini digunakan untuk memproses kabinet-kabinet yang melewati bagian *Cabinet Case*, baik untuk kabinet-kabinet piano model *Upright Piano (UP)*, dan juga beberapa UP PART serta PPR yaitu part yang akan dikirim langsung ke China dan Jepang. Berikut akan dijelaskan deskripsi mengenai mesin-mesin yang digunakan di bagian *Cabinet Case* :

a) Mesin *Rotary Press*

Mesin *rotary press* yang ada di bagian *Cabinet Case* terdiri dari 12 mesin, dimana dari 12 mesin tersebut 5 mesin diantaranya digunakan untuk proses *press* untuk kabinet *panel* atau kabinet-kabinet yang berukuran besar, seperti *top board*, *top board front/rear*, *top frame*, *top frame side R/L*, dan *bottom frame*. Kemudian 6 mesin diantaranya digunakan untuk proses *press* untuk *small part* atau kabinet-kabinet yang berukuran kecil, seperti *side sleeve*, *key slip*, *fall back*, *fall board*, *fall center*, *fall front*, *hinge strip*, dan *key block R/L*. Serta 1 mesin diantaranya digunakan untuk proses *press* miring dan *press* coak. Pada setiap mesin *rotary press* terdiri dari 4 meja, dimana dalam 4 meja tersebut ada yang digunakan untuk *press* atas bawah (*press* panjang), kemudian *press* kanan kiri (*press* pendek), serta

press miring atau *press* coak. Perbedaan antara *press* panjang, *press* pendek, dan *press* miring atau coak dibedakan dari *jig* yang digunakan.

Langkah awal pada proses *rotary press* yaitu pengambilan *backer* kemudian dilakukan pengeleman di *glue spreader*, *backer* yang sudah di lem dilekatkan pada sisi yang akan di-*press*. Setelah itu dimasukkan ke meja *rotary press*, kemudian memasang *jig*, dan menekan tombol *press hose* untuk memulai proses *press*.

b) Mesin *Edge Former*

Mesin *edge former* yang ada di bagian *Cabinet Case* terdiri dari 2 mesin, dimana 1 mesin digunakan untuk proses *edge former* untuk kabinet *panel* atau kabinet-kabinet yang berukuran besar. Kemudian 1 mesin lagi digunakan untuk proses *edge former* untuk *small part* atau kabinet-kabinet yang berukuran kecil. Sebagian besar proses di *edge former* merupakan proses kedua setelah melalui mesin *rotary press*. Kegunaan pada proses di *edge former* ini untuk membersihkan sisa *backer* (nomi) setelah proses pengepressan di mesin *rotary press*.

c) Mesin *Router Table*

Mesin ini memiliki fungsi yang hampir sama dengan mesin *edge former* yaitu untuk nomi atau chipping (memotong sisa *backer*) pada kabinet *small part* seperti *side sleeve*, *hinge strip miring*, *key block*, *fall back* dan *key slip*, yang biasanya merupakan output dari mesin *rotary press* nomor 11 dan nomor 12.

d) Mesin *Hand Trimmer*

Mesin *hand trimmer* yang ada di bagian *Cabinet Case* terdiri dari 2 mesin, dimana 1 mesin digunakan untuk proses *hand trimmer* untuk kabinet *panel* atau kabinet-kabinet yang berukuran besar. Kemudian 1 mesin lagi digunakan untuk proses *hand trimmer* untuk *small part* atau kabinet-kabinet yang berukuran kecil. Proses *hand trimmer* ini dilakukan setelah kabinet melalui 2 kali proses pengepressan dan 2 kali proses *edge former*. Tujuan dari proses ini untuk menghaluskan bagian sisi dari kabinet agar tidak tajam dan berbentuk r (bentuk sedikit melengkung).

e) Mesin *Bench Saw*

Mesin ini digunakan untuk memotong sisi kabinet menjadi coak seperti bentuk c.

f) Mesin *Cross Cut*

Proses yang ada pada mesin ini berfungsi untuk memotong kabinet *key block*, *fall front* dan *key slip*.

g) Mesin *Single Bore*

Mesin ini digunakan untuk membuat satu lubang pada kabinet *bottom frame* untuk *all model*.

h) Mesin *Moulder*

Mesin ini memiliki fungsi yang hampir sama dengan mesin *bench saw*, yaitu proses pemotongan miring pada sisi kabinet.

4.1.5 Data Ketidaktercapaian (*Minus*) Produksi di *Cabinet Case*

Sebelum mendapatkan nilai *minus* produksi kabinet-kabinet untuk tiap model piano yang ada di *Cabinet Case*, data yang harus dilihat terlebih dahulu ialah data rencana dan aktual produksi yang ada di *Cabinet Case*. Data rencana produksi harian yang ada di *Cabinet Case* sudah ditetapkan dalam data PSI (*Plan Scheduling Index*) PT Yamaha Indonesia. Sehingga dari data rencana produksi harian tersebut dapat diakumulasi kedalam bentuk bulanan, begitu pun juga dengan total *output* harian yang dicapai oleh *Cabinet Case* dapat dilihat dari data *Scheduling* PT Yamaha Indonesia yang juga diakumulasi kedalam output bulannya. Dari kedua data tersebut dapat dilakukan perhitungan terhadap nilai *minus* produksi pada bulan Maret sampai dengan Juni 2018 yang terjadi di *Cabinet Case* seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1. Data Rencana dan Aktual Produksi Bulan Maret – Juni 2018

Model	Maret		April		Mei		Juni	
	PSI	Aktual	PSI	Aktual	PSI	Aktual	PSI	Aktual
B1 PE, PWH	1106	666	899	863	236	509	791	301
B1 PM, PW	16	15	12	9	18	16	14	5
B2 PE, PWH	218	353	382	251	178	277	300	117
B2 PM, PW	34	31	16	19	11	14	18	9
B113 PE, PWH, DMC	80	84	48	46	23	36	132	29

Model	Maret		April		Mei		Juni	
	PSI	Aktual	PSI	Aktual	PSI	Aktual	PSI	Aktual
B3 PE, PWH	214	207	146	170	99	253	338	8
B3 PM, PW	9	7	2	2	5	1	11	5
B121	75	74	85	70	218	128	313	132
U1J PE, PWH	283	192	372	241	82	202	110	57
U1J PM	10	7	9	5	7	9	7	2
P116 PE, PWH	12	10	15	8	15	11	30	15
P121 PE, PWH	17	14	47	17	87	41	98	33
CLAT PE, PWH	0	0	0	0	0	0	1	0
K121 PE, PWH	1	1	0	0	1	0	1	0

Tabel 4. 2. Akumulasi *Minus* Produksi di *Cabinet Case*

Model	Kekurangan (<i>Minus</i>)				Total Ketidaktercapaian (<i>Minus</i>) Produksi
	Maret	April	Mei	Juni	
B1 PE, PWH	440	36	0	490	966
B1 PM, PW	1	3	2	9	15
B2 PE, PWH	0	131	0	183	314
B2 PM, PW	3	0	0	9	12
B113 PE, PWH, DMC	0	2	0	103	105
B3 PE, PWH	7	0	0	330	337
B3 PM, PW	2	0	4	6	12
B121	1	15	90	181	287
U1J PE, PWH	91	131	0	53	275
U1J PM	3	4	0	5	12
P116 PE, PWH	2	7	4	15	28
P121 PE, PWH	3	30	46	65	144
CLAT PE, PWH	0	0	0	1	1
K121 PE, PWH	0	0	1	1	2

4.1.6 Data Produk (*Job*)

Pada bagian *Cabinet Case*, kabinet-kabinet piano untuk model B1 PE / PWH yang diproduksi antara lain *Key Slip*, *Top Board*, *Top Frame*, *Fall Back*, *Fall Center*, *Fall Front*, *Hinge Strip*, *Key Block R/L*, dan *Bottom Frame*. Kabinet-kabinet tersebutlah

yang menjadi objek penjadwalan pada penelitian ini. Pada tabel dibawah ini menunjukkan data produk (*job*) dengan masing-masing kode yang digunakan.

Tabel 4. 3. Data Produk (*Job*)

No	Kabinet B1 PE / PWH	Kode Job
1	Key Slip	J1
2	Top Board	J2
3	Top Frame	J3
4	Fall Back	J4
5	Fall Center	J5
6	Fall Front	J6
7	Hinge Strip	J7
8	Key Block R/L	J8
9	Bottom Frame	J9

4.1.7 Data Mesin

Terdapat 11 jenis atau kategori mesin yang digunakan untuk memproduksi atau mengerjakan *job* kabinet-kabinet piano model B1 PE/PWH, dimana dari beberapa jenis mesin tersebut ada yang terdiri dari beberapa buah mesin (mesin majemuk). Berikut ini rincian dari data mesin yang digunakan pada bagian *Cabinet Case* untuk memproduksi kabinet-kabinet piano model B1 PE/PWH.

Tabel 4. 4. Data Mesin

No	Nama Mesin	Jumlah Mesin	Kode
1	Rotary Press Panel Part	5	M1
2	Rotary Press Small Part	6	M2
3	Rotary Press Miring	1	M3
4	Router Table	1	M4
5	Bench Saw	1	M5
6	Edge Former Small	1	M6
7	Edge Former Panel	1	M7
8	Hand Trimmer 1 (Small)	1	M8
9	Hand Trimmer 2 (Panel)	1	M9
10	Cross Cut	1	M10
11	Aquaproof	1	M11

4.1.8 Data Routing Proses

Routing proses merupakan rincian dari alur proses tiap *job* beserta data mesin yang digunakan pada tiap operasi yang dilewati oleh tiap *job*. Berikut ini merupakan data *routing* mesin yang digunakan.

Tabel 4. 5. Data *Routing* Mesin

Job	<i>Routing</i> Mesin (M)						
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
J1	M2	M6	M5	M3	M4	M2	M8
J2	M1	M7	M1	M7	M7	M9	
J3	M1	M7	M1	M7	M11		
J4	M2	M6	M2	M8			
J5	M2	M6	M2	M6	M8		
J6	M2	M6	M2	M6	M8		
J7	M2	M6	M5	M2	M8		
J8	M2	M10	M4	M2	M4	M8	
J9	M1	M7	M1	M7	M9		

4.1.9 Data Rencana Produksi

Rencana produksi pada bagian *Cabinet Case* ditetapkan oleh rencana produksi PT Yamaha Indonesia yang biasa disebut dengan PSI yang berisi data rencana produksi bulanan. Rencana produksi tersebut kemudian di konversi menjadi rencana produksi harian untuk setiap bagian produksi atau *work station* di PT Yamaha Indonesia. Berikut ini merupakan rencana produksi harian pada bagian *Cabinet Case*.

Tabel 4. 6. Data Rencana Produksi / 8 Jam *Cabinet Case*

No	Model	Plan Produksi / 8 Jam
1	B1 PE, PWH	29
2	B1 PM, PW	1
3	B2 PE, PWH	15
4	B2 PM, PW	1

No	Model	Plan Produksi / 8 Jam
5	B113 PE, PWH, DMC	3
6	B3 PE, PWH	13
7	B3 PM, PW	1
8	B121	9
9	U1J PE, PWH	10
10	U1J PM	0
11	P116 PE, PWH	0
12	P121 PE, PWH	3
13	CLAT PE, PWH	0
14	K121 PE, PWH	0
15	UP PART	2
19	P121 GC	3
20	P118 GC	3
TOTAL		92

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rencana produksi untuk model piano B1 PE/PWH adalah 29 unit per 8 jam kerja.

4.1.10 Data Waktu Siklus

Waktu siklus didapatkan dari data resume waktu siklus atau *standard time* yang ada di *project VSM & IE* PT Yamaha Indonesia pada bagian *Cabinet Case*. Berikut ini merupakan data waktu siklus tiap operasi yang dilewati oleh setiap *job* (Kabinet B1 PE / PWH).

Tabel 4. 7. Data Waktu Siklus

Job	Waktu Siklus (Menit)						
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
J1	1.73	0.90	0.25	2.63	0.67	0.26	0.57
J2	2.72	0.40	1.22	0.45	0.55	0.38	
J3	3.00	0.75	2.79	0.67	1.18		
J4	1.65	0.90	0.26	0.57			
J5	1.34	0.65	1.55	0.35	0.37		
J6	1.27	0.53	0.26	0.50	0.62		
J7	2.92	0.95	0.42	0.23	0.42		
J8	0.85	0.58	0.38	0.86	0.37	0.42	

J9	2.79	0.58	2.50	0.50	0.62
-----------	------	------	------	------	------

4.1.11 Data Allowance

Data kelonggaran atau *allowance* digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kelonggaran yang dapat di toleransi perusahaan diluar dari kegiatan proses produksi yang digunakan untuk mengakomodasi waktu yang dibutuhkan untuk kebutuhan pribadi masing-masing operator yang bekerja. Data *allowance* ini nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu baku dari tiap operasi. Nilai kelonggaran atau *allowance* didapatkan dari hasil pengamatan *work sampling* yang menunjukkan presentase margin hajat dan margin lain-lain pada bagian *Cabinet Case* dengan nilai sebesar 2%.

4.2 Pengolahan Data

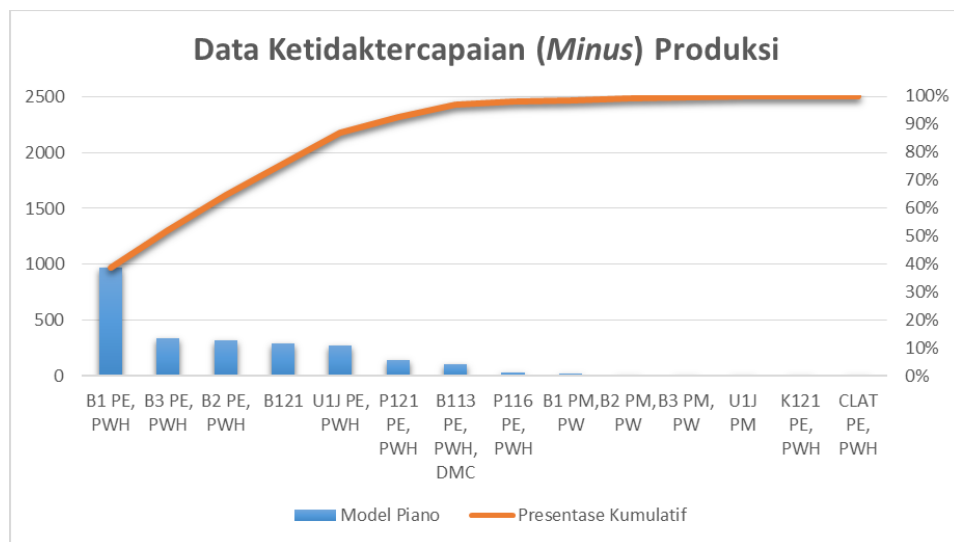
4.2.1 Diagram Pareto

Setelah mendapatkan data *minus* atau ketidaktercapaian produksi di bagian *Cabinet Case* seperti yang sudah ditampilkan pada Tabel 4.2. dari total *minus* dalam 4 bulan (Maret, April, Mei, dan Juni 2018) selanjutnya dapat dihitung besar presentase dan kumulatif presentase *minus* untuk tiap kabinet model piano yang ada di bagian *Cabinet Case*.

Tabel 4. 8. Presentase Kumulatif Total Ketidaktercapaian (*Minus*) Produksi

Keterlambatan	Total Ketidaktercapaian (<i>Minus</i>)	Presentase (%)	Kumulatif Presentase (%)
B1 PE, PWH	966	38%	38%
B3 PE, PWH	337	13%	52%
B2 PE, PWH	314	13%	64%
B121	287	11%	76%
U1J PE, PWH	275	11%	87%
P121 PE, PWH	144	6%	93%
B113 PE, PWH, DMC	105	4%	97%
P116 PE, PWH	28	1%	98%
B1 PM, PW	15	1%	98%

B2 PM, PW	12	0%	99%
B3 PM, PW	12	0%	99%
U1J PM	12	0%	100%
K121 PE, PWH	2	0%	100%
CLAT PE, PWH	1	0%	100%
TOTAL	2510	100%	



Gambar 4. 4. **Diagram Pareto Ketidaktercapaian (Minus) Produksi**

Setelah dilakukan perhitungan kumulatif presentase total *minus* untuk tiap model kabinet piano yang ada di *Cabinet Case*, didapatkan bahwa total *minus* terbesar adalah untuk kabinet model B1 PE, PWH sebesar 966 dengan presentase sebesar 38% dari keseluruhan total *minus* yang terjadi sehingga harus dilakukan penjadwalan produksi yang lebih optimal untuk piano model B1 PE/PWH. Dari data kumulatif presentasi total *minus* tersebut, dapat dilihat lebih jelas melalui diagram Pareto pada Gambar 4.4.

4.2.2 Penentuan *Rating Factor*

Sebelum melakukan perhitungan waktu baku, yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu menghitung waktu normal yang didapatkan dari penentuan *rating factor* untuk

setiap operasi pada tiap *job* didasarkan dari pengamatan langsung dan diskusi dengan Kepala Kelompok *Cabinet Case*. Dalam penentuan *rating factor* digunakan pedoman *Westinghouse rating* sesuai dengan yang sudah ditunjukkan pada Tabel 2.3. Berikut ini merupakan tabel hasil dari penentuan *rating factor* menggunakan *Westinghouse rating* untuk tiap proses yang ada di *Cabinet Case* :

Tabel 4. 9. Hasil *Westinghouse Rating 1*

<i>Rating</i>	<i>Rotary Press</i>			<i>Router Table</i>			<i>Bench Saw</i>		
<i>Skill</i>	B1	0.11	Excellent	A2	0.15	Super Skill	B1	0.11	Excellent
<i>Effort</i>	B1	0.1	Excellent	A2	0.12	Super Skill	C2	0.02	Good
<i>Condition</i>	C	0.02	Good	C	0.02	Good	C2	0.02	Good
<i>Consistency</i>	B	0.03	Excellent	B	0.03	Excellent	D	0	Average
<i>Total</i>	1.26			1.32			1.15		
<i>% Allowance</i>				2%					

Tabel 4. 10. Hasil *Westinghouse Rating 2*

<i>Rating</i>	<i>Edge Former Small</i>			<i>Edge Former Panel</i>			<i>Hand Trimmer 1 (Panel)</i>		
<i>Skill</i>	A2	0.13	Super Skill	C1	0.06	Good	B1	0.11	Excellent
<i>Effort</i>	A2	0.12	Super Skill	B1	0.1	Excellent	C2	0.02	Good
<i>Condition</i>	C	0.02	Good	C	0.02	Good	C	0.02	Good
<i>Consistency</i>	B	0.03	Excellent	C	0.01	Good	C	0.01	Good
<i>Total</i>	1.3			1.19			1.16		
<i>% Allowance</i>				2%					

Tabel 4. 11. Hasil *Westinghouse Rating 3*

<i>Rating</i>	<i>Cross Cut</i>			<i>Aquaproof</i>			<i>Hand Trimmer 2 (Small)</i>		
<i>Skill</i>	B2	0.08	Excellent	B1	0.11	Excellent	B1	0.11	Excellent
<i>Effort</i>	C2	0.02	Good	C2	0.02	Good	A2	0.12	Super Skill
<i>Condition</i>	C	0.02	Good	B	0.04	Excellent	B	0.04	Excellent
<i>Consistency</i>	D	0	Average	C	0.01	Good	C	0.01	Good
<i>Total</i>	1.12			1.18			1.28		
<i>% Allowance</i>				2%					

4.2.3 Perhitungan Waktu Normal

Dengan nilai *rating factor* yang sudah didapatkan pada perhitungan sebelumnya, maka dapat dilakukan perhitungan waktu normal yang merupakan hasil perkalian antara total nilai *rating* dikali dengan waktu siklus, sehingga didapatkan nilai waktu normal sebagai berikut :

Tabel 4. 12. Waktu Normal

<i>Job</i>	Waktu Normal (Menit)						
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
J1	2.18	1.07	0.29	3.31	0.88	0.33	0.73
J2	3.42	0.48	1.54	0.59	0.65	0.44	
J3	3.78	0.89	3.52	0.87	1.39		
J4	2.08	1.07	0.33	0.73			
J5	1.69	0.77	1.95	0.46	0.47		
J6	1.60	0.63	0.33	0.65	0.79		
J7	3.67	1.13	0.48	0.29	0.54		
J8	1.07	0.65	0.50	1.08	0.49	0.54	
J9	3.52	0.69	3.15	0.65	0.72		

4.2.4 Perhitungan Waktu Baku

Setelah mendapatkan nilai dari waktu normal, serta nilai kelonggaran atau *allowance* yang sudah disebutkan sebelumnya yaitu sebesar 2%, maka dapat dilakukan perhitungan waktu baku dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 13. Waktu Baku

Job	Waktu Baku (Menit)						
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
J1	2.23	1.09	0.29	3.38	0.90	0.33	0.74
J2	3.49	0.49	1.57	0.60	0.67	0.45	
J3	3.86	0.91	3.59	0.89	1.42		
J4	2.12	1.09	0.33	0.74			
J5	1.73	0.79	1.99	0.46	0.48		
J6	1.63	0.64	0.33	0.66	0.81		
J7	3.75	1.15	0.49	0.30	0.55		
J8	1.09	0.66	0.51	1.11	0.50	0.55	
J9	3.59	0.70	3.21	0.66	0.73		

4.2.5 Perhitungan Waktu Penyelesaian Job

Waktu penyelesaian *job* merupakan waktu yang dibutuhkan oleh tiap operasi yang dilewati oleh setiap *job*. Waktu penyelesaian ini merupakan hasil perkalian antara waktu baku dengan target atau *plan* produksinya, dimana target produksi untuk seluruh kabinet model piano B1 sesuai dengan data PSI adalah 29 unit / 8 jam.

Tabel 4. 14. Waktu Baku Penyelesaian

Job	Waktu Baku Penyelesaian (Menit)						
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
J1	64.63	31.69	8.51	97.88	26.17	9.69	21.59
J2	101.23	14.09	45.49	17.31	19.37	13.04	
J3	111.86	26.41	104.03	25.77	41.20		
J4	61.52	31.69	9.69	21.59			
J5	50.06	22.89	57.79	13.46	14.01		
J6	47.35	18.66	9.69	19.23	23.48		
J7	108.69	33.45	14.29	8.58	15.91		
J8	31.69	19.22	14.84	32.07	14.45	15.91	
J9	104.03	20.42	93.21	19.23	21.28		

4.2.6 Penjadwalan Yang Dilakukan Perusahaan

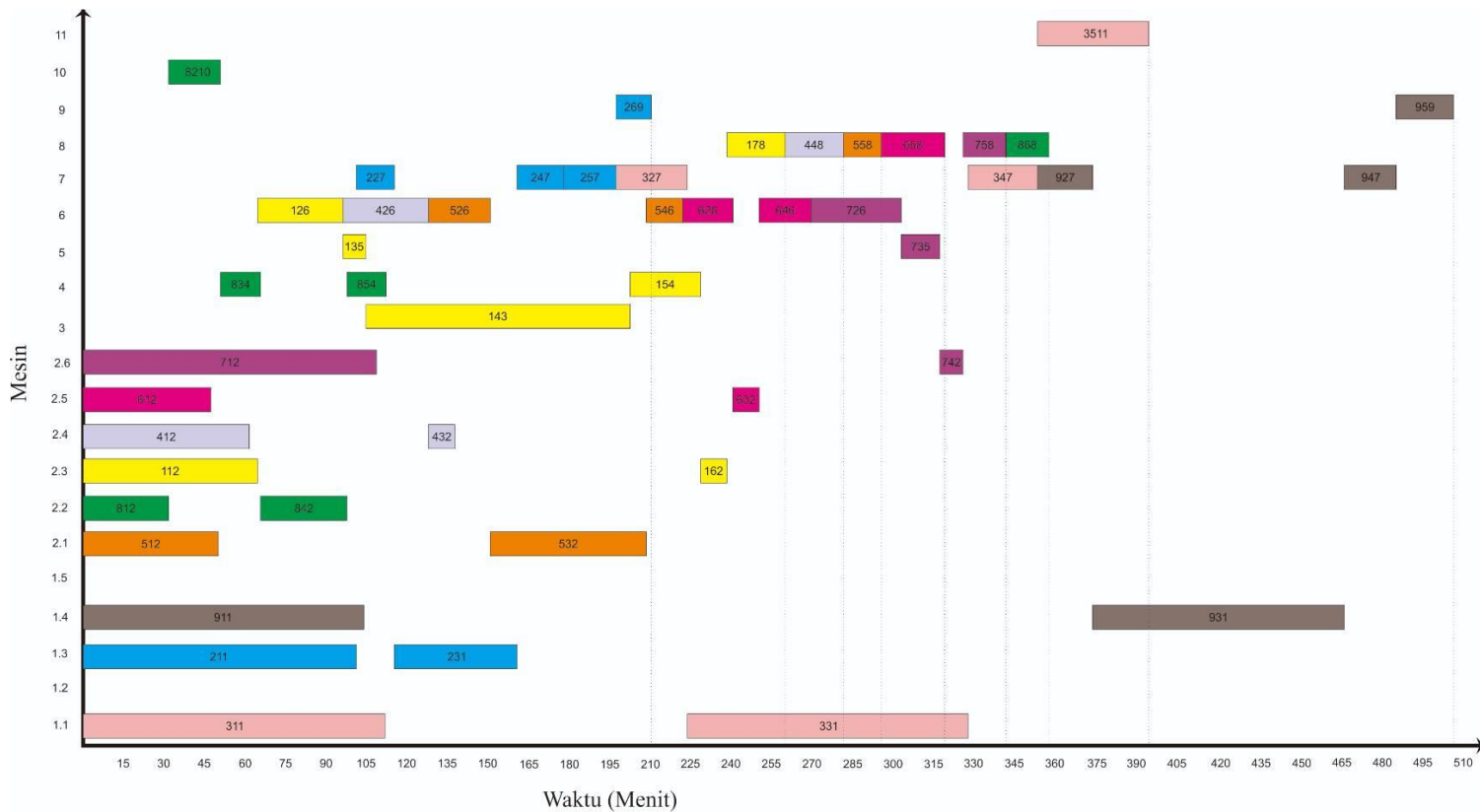
Dalam penjadwalan pada penelitian kali ini, proses produksi yang berlangsung di *Cabinet Case* dianggap dalam keadaan normal, seluruh *job* mulai dari J1 sampai dengan J9 diasumsikan datang secara bersamaan, dan langsung diproses pada setiap mesin *rotary press*. Berikut merupakan hasil perhitungan *makespan* awal pengerjaan keseluruhan *job* berdasarkan *plan* atau rencana produksi perusahaan.

Tabel 4. 15. Penjadwalan Perusahaan (Awal)

<i>Job</i>	Operasi	Mesin	Waktu Proses (Menit)	Waktu Mulai (Menit)	Waktu Selesai (Menit)
J1	1	2 (3)	64.63	0	64.63
	2	6	31.69	64.63	96.32
	3	5	8.51	96.32	104.83
	4	3	97.88	104.83	202.70
	5	4	26.17	202.70	228.88
	6	2 (3)	9.69	228.88	238.57
	7	8	21.59	238.57	260.16
J2	1	1 (3)	101.23	0	101.23
	2	7	14.09	101.23	115.32
	3	1 (3)	45.49	115.32	160.805
	4	7	17.31	160.81	178.12
	5	7	19.37	178.12	197.48
	6	9	13.04	197.48	210.53
J3	1	1 (1)	111.86	0	111.86
	2	7	26.41	197.48	223.89
	3	1 (1)	104.03	223.89	327.92
	4	7	25.77	327.92	353.70
	5	11	41.20	353.70	394.90
J4	1	2 (4)	61.52	0	61.52
	2	6	31.69	96.32	128.01
	3	2 (4)	9.69	128.01	137.71
	4	8	21.59	260.16	281.75
J5	1	2 (1)	50.06	0	50.06
	2	6	22.89	128.01	150.90
	3	2 (1)	57.79	150.90	208.70
	4	6	13.46	208.70	222.16
	5	8	14.01	281.75	295.76
J6	1	2 (5)	47.35	0	47.35

<i>Job</i>	<i>Operasi</i>	<i>Mesin</i>	Waktu Proses (Menit)	Waktu Mulai (Menit)	Waktu Selesai (Menit)
	2	6	18.66	222.16	240.82
	3	2 (5)	9.69	240.82	250.52
	4	6	19.23	250.52	269.75
	5	8	23.48	295.76	319.25
J7	1	2 (6)	108.69	0	108.69
	2	6	33.45	269.75	303.21
	3	5	14.29	303.21	317.50
	4	2 (6)	8.58	317.50	326.08
	5	8	15.91	326.08	341.98
J8	1	2 (2)	31.69	0	31.69
	2	10	19.22	31.69	50.92
	3	4	14.84	50.92	65.76
	4	2 (2)	32.07	65.76	97.82
	5	4	14.45	97.82	112.28
	6	8	15.91	341.98	357.89
J9	1	1 (4)	104.03	0	104.03
	2	7	20.42	353.70	374.12
	3	1 (4)	93.21	374.12	467.34
	4	7	19.23	467.34	486.57
	5	9	21.28	486.57	507.85

Berdasarkan tabel diatas, maka diketahui bahwa *makespan* dari penjadwalan yang dilakukan perusahaan selama ini untuk mengerjakan kabinet-kabinet model B1 PE / PWH adalah sebesar 507.85 menit. *Gantt Chart* dari penjadwalan awal yang dilakukan perusahaan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 5. *Gantt Chart* Penjadwalan Perusahaan (Awal)

Rincian penyelesaian pengerjaan *job* pada tiap mesin dari *Gantt Chart* pada Gambar 4. 5 diatas adalah sebagai berikut :

- Mesin 1(1) dengan total waktu penyelesaian 215,89 menit
- Mesin 1(2) tidak digunakan untuk mengerjakan kabinet model B1 PE/PWH
- Mesin 1(3) dengan total waktu penyelesaian 146,72 menit
- Mesin 1(4) dengan total waktu penyelesaian 197,24 menit
- Mesin 1(5) tidak digunakan untuk mengerjakan kabinet model B1 PE/PWH
- Mesin 2(1) dengan total waktu penyelesaian 107,85 menit
- Mesin 2(2) dengan total waktu penyelesaian 63,76 menit
- Mesin 2(3) dengan total waktu penyelesaian 74,32 menit
- Mesin 2(4) dengan total waktu penyelesaian 71,21 menit
- Mesin 2(5) dengan total waktu penyelesaian 57,04 menit
- Mesin 2(6) dengan total waktu penyelesaian 117,27 menit
- Mesin 3 dengan total waktu penyelesaian 97,88 menit

- m) Mesin 4 dengan total waktu penyelesaian 55,46 menit
- n) Mesin 5 dengan total waktu penyelesaian 22,8 menit
- o) Mesin 6 dengan total waktu penyelesaian 171,07 menit
- p) Mesin 7 dengan total waktu penyelesaian 142,6 menit
- q) Mesin 8 dengan total waktu penyelesaian 112,49 menit
- r) Mesin 9 dengan total waktu penyelesaian 34,32 menit
- s) Mesin 10 dengan total waktu penyelesaian 19,22 menit
- t) Mesin 11 dengan total waktu penyelesaian 41,20 menit

4.2.7 Penjadwalan Mesin Dengan Algoritma *Non Delay*

Pada penjadwalan dengan menggunakan algoritma *non delay* untuk mesin majemuk seperti yang ada di keadaan aktualnya, dapat dihitung besar *makespan* dengan melakukan sejumlah iterasi perhitungan seperti pada tabel dibawah ini.

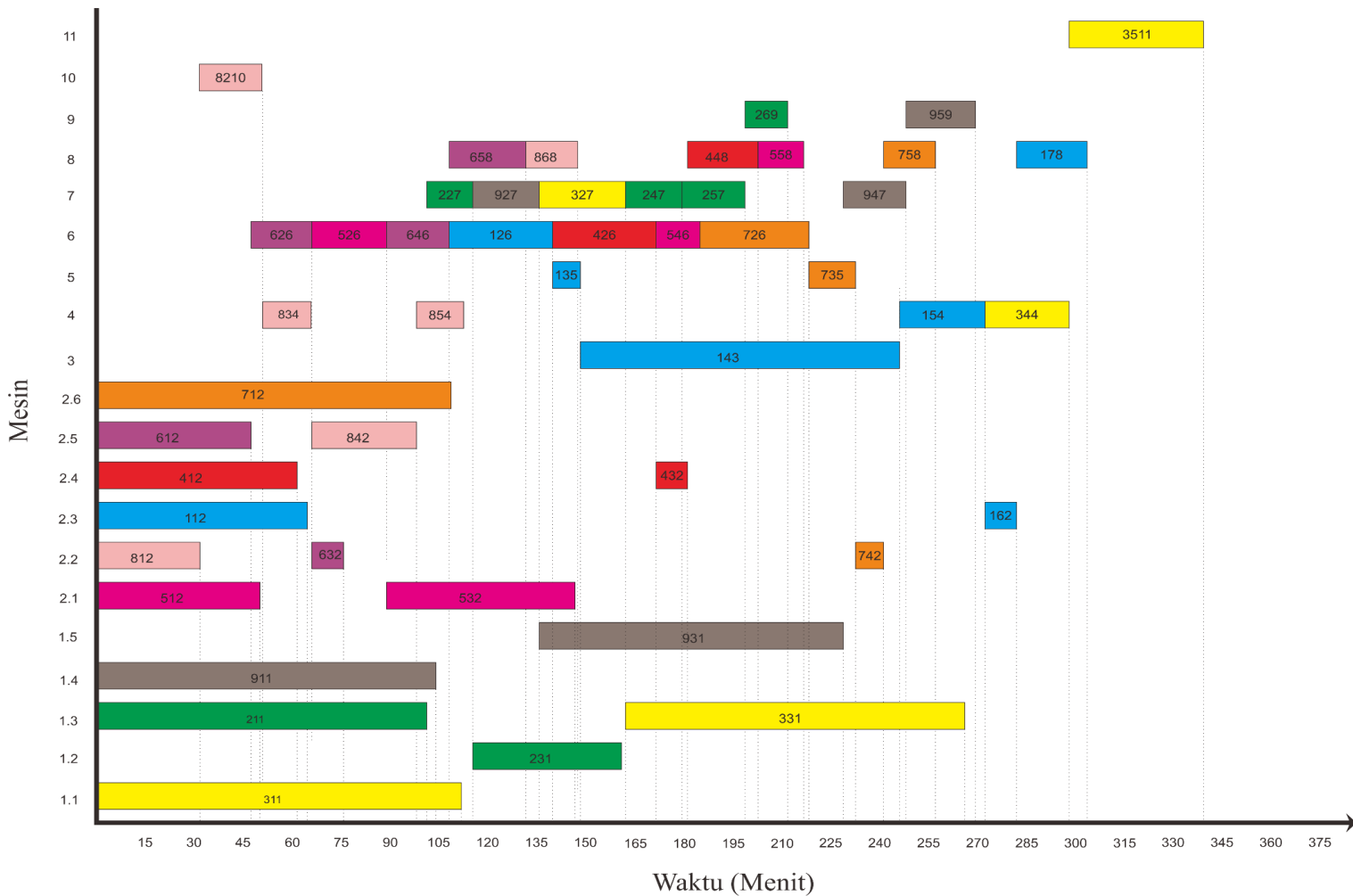
Tabel 4. 16. Penjadwalan Usulan dengan Algoritma *Non Delay*

<i>Stage</i>	<i>St</i>	<i>Cj</i>	<i>Tij</i>	<i>Rj</i>	<i>m*</i>	<i>C*</i>	<i>PSt</i>
0	112	0	64.63	64.63	2 (3)	0	112
	211	0	101.23	101.23	1(3)	0	211
	311	0	111.86	111.86	1(1)	0	311
	412	0	61.52	61.52	2(4)	0	412
	512	0	50.06	50.06	2(1)	0	512
	612	0	47.35	47.35	2(5)	0	612
	712	0	108.69	108.69	2(6)	0	712
	812	0	31.69	31.69	2(2)	0	812
	911	0	104.03	104.03	1(4)	0	911
	126	64.63	31.69	96.32			
1	227	101.23	14.09	115.32	7	101.23	227
	327	111.86	26.41	138.27			
	426	61.52	31.69	93.21			
	526	50.06	22.89	72.95			
	626	47.35	18.66	66.02	6	47.35	626
	726	108.69	33.45	142.14			
	8210	31.69	19.22	50.92	10	31.69	8210

<i>Stage</i>	<i>St</i>	<i>Cj</i>	<i>Tij</i>	<i>Rj</i>	<i>m*</i>	<i>C*</i>	<i>PSt</i>
	927	104.03	20.42	124.45			
	126	66.02	31.69	97.71			
	231	115.32	45.49	160.81	1 (2)	115.32	231
	327	115.32	26.41	141.73			
	426	66.02	31.69	97.71			
2	526	66.02	22.89	88.91	6	66.02	526
	632	66.02	9.69	75.71	2 (2)	66.02	632
	726	108.69	33.45	142.14			
	834	50.92	14.84	65.76	4	50.92	834
	927	115.32	20.42	135.74	7	115.32	927
	126	88.91	31.69	120.60			
	247	160.81	17.31	178.12			
	327	135.74	26.41	162.15	7	135.74	327
	426	88.91	31.69	120.60			
3	532	88.91	57.79	146.70	2 (1)	88.91	532
	646	88.91	19.23	108.14	6	88.91	646
	726	108.69	33.45	142.14			
	842	65.76	32.07	97.82	2 (5)	65.76	842
	931	135.74	93.21	228.96	1 (5)	135.74	931
	126	108.14	31.69	139.83	6	108.14	126
	247	162.15	17.31	179.46	7	162.15	247
	331	162.15	104.03	266.18	1 (3)	162.15	331
	426	108.14	31.69	139.83			
4	546	146.70	13.46	160.16			
	658	108.14	23.48	131.62	8	108.14	658
	726	108.69	33.45	142.14			
	854	97.82	14.45	112.28	4	97.82	854
	947	228.96	19.23	248.19			
	135	139.83	8.51	148.34	5	139.83	135
	257	179.46	19.37	198.83	7	179.46	257
	344	272.39	25.77	298.16	4	272.39	344
	426	139.83	31.69	171.53	6	139.83	426
5	546	146.70	13.46	160.16			
	726	142.14	33.45	175.60			
	868	131.62	15.91	147.53	8	131.62	868
	947	228.96	19.23	248.19			
6	143	148.34	97.88	246.22	3	148.34	143
	269	198.83	13.04	211.87	9	198.83	269

<i>Stage</i>	<i>St</i>	<i>Cj</i>	<i>Tij</i>	<i>Rj</i>	<i>m*</i>	<i>C*</i>	<i>PSt</i>
	3511	298.16	41.20	339.37	11	298.16	3511
	432	171.53	9.69	181.22	2 (4)	171.53	432
	546	171.53	13.46	184.99	6	171.53	546
	726	171.53	33.45	204.98			
	947	228.96	19.23	248.19	7	228.96	947
	154	246.22	26.17	272.39	4	246.22	154
	448	181.22	21.59	202.81	8	181.22	448
7	558	184.99	14.01	199.01			
	726	184.99	33.45	218.44	6	184.99	726
	959	248.19	21.28	269.47	9	248.19	959
	162	272.39	9.69	282.08	2 (3)	272.39	162
8	558	202.81	14.01	216.83	8	202.81	558
	735	218.44	14.29	232.74	5	218.44	735
	178	282.08	21.59	303.67	8	282.08	178
9	742	232.74	8.58	241.31	2 (2)	232.74	742
10	758	241.31	15.91	257.22	8	241.31	758

Berdasarkan tabel diatas, maka diketahui bahwa *makespan* dari penjadwalan menggunakan algoritma *non delay* untuk mengerjakan kabinet-kabinet model B1 PE / PWH adalah sebesar 339.37 menit pada proses pengerjaan *job* ke-3. *Gantt Chart* dari penjadwalan *non delay* tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 6. Gantt Chart Penjadwalan Mesin Produksi dengan Algoritma Non Delay

Rincian penyelesaian pengerjaan *job* pada tiap mesin dari *Gantt Chart* pada Gambar 4. 6 diatas adalah sebagai berikut :

- Mesin 1(1) dengan total waktu penyelesaian 111,86 menit
- Mesin 1(2) dengan total waktu penyelesaian 45,49 menit
- Mesin 1(3) dengan total waktu penyelesaian 205,26 menit
- Mesin 1(4) dengan total waktu penyelesaian 104,03 menit
- Mesin 1(5) dengan total waktu penyelesaian 93,21 menit
- Mesin 2(1) dengan total waktu penyelesaian 107,85 menit
- Mesin 2(2) dengan total waktu penyelesaian 49,96 menit
- Mesin 2(3) dengan total waktu penyelesaian 74,32 menit

- i) Mesin 2(4) dengan total waktu penyelesaian 71,21 menit
- j) Mesin 2(5) dengan total waktu penyelesaian 79,42 menit
- k) Mesin 2(6) dengan total waktu penyelesaian 108,69 menit
- l) Mesin 3 dengan total waktu penyelesaian 97,88 menit
- m) Mesin 4 dengan total waktu penyelesaian 81,23 menit
- n) Mesin 5 dengan total waktu penyelesaian 22,8 menit
- o) Mesin 6 dengan total waktu penyelesaian 171,07 menit
- p) Mesin 7 dengan total waktu penyelesaian 116.83 menit
- q) Mesin 8 dengan total waktu penyelesaian 112,49 menit
- r) Mesin 9 dengan total waktu penyelesaian 34,32 menit
- s) Mesin 10 dengan total waktu penyelesaian 19,22 menit
- t) Mesin 11 dengan total waktu penyelesaian 41,20 menit

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Pejadwalan Yang Dilakukan Perusahaan

Proses produksi yang dilakukan oleh bagian *Cabinet Case* PT Yamaha Indonesia bersifat *job shop* yaitu ditandai dengan *routing* yang dilewati oleh tiap *job* bervariasi, serta mesin-mesin yang digunakan oleh tiap *job* pun bervariasi. Penjadwalan mesin produksi yang dilakukan masih terbilang konvensional atau tidak adanya aturan prioritas waktu pengerjaan *job*, yaitu pengerjaan dilakukan berdasarkan aliran kerja, dimana pengerjaan *job* dilakukan sesuai dengan kabinet yang datang terlebih dahulu, namun ketika terdapat kabinet yang datang dari *supplier* dan bersifat *urgent* atau mendesak, maka pengerjaan *job* yang sedang dilakukan harus diberhentikan sementara untuk mengerjakan *job* yang *urgent* tersebut. Dengan jumlah mesin yang digunakan pada bagian *Cabinet Case* terbilang cukup banyak yaitu 22 mesin, sehingga menyebabkan kesulitan dalam membuat penjadwalan yang pasti. Dapat dikatakan bahwa tidak adanya prioritas penjadwalan *job* untuk mencapai *plan* produksi hariannya.

Pada penelitian kali ini proses produksi di bagian *Cabinet Case* dianggap normal, serta diasumsikan bahwa *supply* kabinet tersedia dengan lancar, dengan urutan pengerjaan *job* dilakukan berurutan dari J1 sampai dengan J9. Dalam proses penjadwalan oleh perusahaan ini, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan kabinet-kabinet untuk model piano B1 PE / PWH (*makespan*) sebesar 507,85 menit yang setara dengan waktu kerja dalam 1 hari (8 jam = 460 menit) ditambah *overtime* selama 47,85 menit dimana *job* yang paling akhir diselesaikan

adalah *job* ke-9 yaitu kabinet *Bottom Frame*. Hal ini kurang baik bagi kegiatan produksi karena target atau *plan* produksi tidak akan bisa tercapai dalam kurun waktu kerja selama 8 jam. Untuk rincian penyelesaian pengerjaan tiap *job* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. 1 . Rincian *Makespan* dengan Penjadwalan Perusahaan

Urutan	Kabinet	Kode Job	Makespan
1	Top Board	J2	210.53
2	Key Slip	J1	260.16
3	Fall Back	J4	281.75
4	Fall Center	J5	295.76
5	Fall Front	J6	319.25
6	Hinge Strip	J7	341.98
7	Key Block R/L	J8	357.89
8	Top Frame	J3	394.90
9	Bottom Frame	J9	507.85

Dari penjadwalan tersebut didapatkan urutan penyelesaian *job* yaitu dari J2 – J1 – J4 – J5 – J6 – J7 – J8 – J3 – J9.

5.2 Analisis Penjadwalan Dengan Algoritma *Non Delay*

Algoritma *non delay* ini merupakan teknik penjadwalan dengan meminimumkan jumlah mesin yang menganggur (*idle*) atau bahkan tidak membiarkan satu mesin pun menganggur jika pada saat yang sama terdapat operasi yang memerlukan mesin tersebut. Apabila terdapat operasi yang memerlukan mesin yang sama pada waktu yang sama juga, maka digunakan aturan SPT (*Shortest Processing Time*) dalam pemilihan prioritasnya, yaitu memprioritaskan *job* dengan waktu proses tercepat.

Pada penelitian ini, digunakan penjadwalan *job* mesin dengan algoritma *non delay* untuk mesin majemuk, karena terdapat mesin yang jumlahnya lebih dari satu, seperti jumlah mesin *rotary press* sebanyak 12 mesin. Dalam penelitian ini penulis membagi mesin *rotary press* menjadi 3 kategori mesin yaitu mesin *rotary press* untuk kabinet-

kabinet kecil (*small part*) berjumlah 6 mesin, kemudian mesin *rotary press* untuk kabinet-kabinet besar (*panel part*) berjumlah 5 mesin, dan juga mesin *rotary press* miring berjumlah 1 mesin. Dari hasil penjadwalan menggunakan algoritma *non delay* didapatkan total waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengerjaan kabinet-kabinet untuk model piano B1 PE / PWH (*makespan*) sebesar 339,37 menit dimana *job* yang paling akhir diselesaikan adalah *job* ke-3 yaitu kabinet *Top Frame*. Untuk rincian penyelesaian pengerjaan tiap *job* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. 2. Rincian *Makespan* dengan Algoritma *Non Delay*

Urutan	Kabinet	Kode Job	Makespan
1	Fall Front	J6	131.62
2	Key Block R/L	J8	147.53
3	Fall Back	J4	202.81
4	Top Board	J2	211.87
5	Fall Center	J5	216.83
6	Hinge Strip	J7	257.22
7	Bottom Frame	J9	269.47
8	Key Slip	J1	303.67
9	Top Frame	J3	339.37

Dari penjadwalan tersebut didapatkan urutan penyelesaian *job* yaitu dari J6 – J8 – J4 – J2 – J5 – J7 – J9 – J1 – J3.

Dari *Gantt Chart* yang ditunjukkan pada Gambar 4. 5 dapat dilihat bahwa masih terdapat beberapa mesin yang mengalami *idle*, hal itu disebabkan masih terdapat kabinet-kabinet lainnya yang dalam penelitian ini tidak diamati (selain kabinet untuk model piano B1 PE / PWH) untuk dapat dikerjakan pada celah2 kekosongan dari balok atau *bar* yang terdapat pada *Gantt Chart* tersebut. Namun khusus untuk kabinet-kabinet model piano B1 PE / PWH, penjadwalan tersebut sudah maksimal dalam menggunakan mesin-mesin yang tersedia.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap hasil-hasil yang didapatkan pada penjadwalan *job shop* bagian *Cabinet Case*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan memiliki waktu penyelesaian keseluruhan *job* (*makespan*) sebesar 507,85 menit dengan urutan penyelesaian *job* dari J2 – J1 – J4 – J5 – J6 – J7 – J8 – J3 – J9. Nilai *makespan* tersebut lebih besar dibandingkan dengan *makespan* yang didapatkan dari penjadwalan algoritma *non delay* yaitu sebesar 339,37 menit dengan urutan penyelesaian *job* dari J6 – J8 – J4 – J2 – J5 – J7 – J9 – J1 – J3.
- 2) Penjadwalan dengan menggunakan algoritma *non delay* dapat meminimasi waktu *makespan* dari penjadwalan awal perusahaan sebesar 33,18% atau setara dengan 168,48 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*).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dan juga kesimpulan yang sudah dipaparkan sebelumnya, adapun saran dari penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya terutama untuk penjadwalan mesin produksi antara lain :

- 1) Melakukan penelitian dengan mempertimbangkan adanya *breakdown machine* pada saat proses operasi berlangsung.
- 2) Mempertimbangkan waktu serta jumlah kedatangan *supply* kabinet.
- 3) Menggunakan beberapa metode penjadwalan mesin produksi *job shop* lainnya, sehingga bisa diketahui nilai *makespan* terkecil yang dapat dijadwalkan.
- 4) Menambah objek penelitian, seperti memperhitungkan penjadwalan produksi untuk kabinet-kabinet model piano B2 PE/PWH, B3 PE/PWH, U1J PE/PWH, B113 PE/PWH/DMC, dan model-model kabinet lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, A., & Livia. (2014). Penjadwalan Produksi Dengan Metode Non Delay (Studi Kasus Bengkel Bubut Chevi Sintong). *Simposium Nasional RAPI XIII - 2014 FT UMS*, 11-18.
- Baker, K. R. (1974). *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Baker, K. R., & Trietsch, D. (2009). *Principles of Sequencing and Scheduling*. America: John Wiley & Sons, Inc.
- Bani, A. (2011). Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematik Siswa Sekolah Menengah Pertama Melalui Pembelajaran Penemuan Terbimbing, Sps Upi, Bandung. *Jurnal Penelitian Pendidikan, Edisi Khusus (2)*, 154-163.
- Barokah, T. A., Saleh, A., & Zaini, E. (2016). Usulan Penjadwalan Produk Menggunakan Algoritma Non Delay Dengan Mesin Paralel Pada PT. Adhichandra Dwiutama. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol. 4, No. 02*, 102-113.
- Bedworth, D. D., & Cao, J. (2002). *Flow Shop Scheduling in Serial Multi-Product Processes With Transfer and Set-Up Times*. USA: Department of Industrial Engineering, Arizona State University.
- Bedworth, D., & Bailey, J. (1987). *Integrated Production Control System, Management Analysis, Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Garside, A. K., Harto, S., & Utama, D. M. (2016). Penjadwalan Produksi Menggunakan Algoritma Jadwal Non Delay Untuk Meminimalkan Makespan Studi Kasus Di CV. Bima Mebel. *Spektrum Industri, Vol. 14, No.1*, 79-88.
- Heizer, J., & Render, B. (2006). *Manajemen Operasi (Edisi7)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Morton, T. E., & Pentico, D. W. (1993). *Heuristic Scheduling Systems: with Applications to Production System & Project Management*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Nasution, A. H. (1992). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya.
- Ong, J. O. (2013). Penjadwalan Non-Delay Melalui Mesin Majemuk Untuk Meminimumkan Makespan. *Spektrum Industri, Vol. 11, No. 2*, 117-242.