

4. PENGEMBANGAN MODEL DAN ALGORITMA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT Alas Petala Makmur merupakan perusahaan yang bergerak di industri *Moulding* (pembentukan/pembuatan profil kayu). Pabrik ini letaknya antara kota Surabaya dan kota Gresik, tepatnya di jalan Tambak Langon no.18 Surabaya.

Perusahaan ini sudah berdiri sejak 19 juli 1988 dengan nama PT Rimba Pasific. Bahan baku yang digunakan adalah kayu dan produk yang dihasilkan berupa *Window frame*/kerangka pintu, bangku dan kursi.

Pada awal tahun 1992, perusahaan ini mengalami kemerosotan sehingga pada bulan Juni 1992 pemilik saham ada yang mengundurkan diri dan digantikan dengan yang lain. Sejak 1 Juni 1992 namanya dirubah menjadi PT Alas Petala Makmur. Perusahaan ini mulai produksi pada bulan Agustus 1992, dengan sistem produksinya *job order*. Bahan baku yang digunakan adalah kayu gelondongan (log) dan kayu gergajian (*sawntimber*). Bahan bakunya baik itu gelondongan maupun gergajian merupakan kualitas ekspor yang disuplai dari daerah Jawa maupun Kalimantan.

Sistem produksi perusahaan ini adalah *job order*, maka untuk jenis dan ukuran produk ditentukan sendiri oleh pembeli.

Produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini berupa *Solid* dan *Finger joint Laminated*. Produk-produk ini semua di ekspor ke Jepang, karena masyarakat Jepang pada umumnya menyukai penggunaan bahan baku kayu dalam mendesain interior rumahnya, dan juga dalam membuat dekorasi di tempat-tempat umum, dimana setiap pergantian musim maka dekorasi tersebut juga ikut berubah, karena masyarakat Jepang mempunyai selera yang tinggi dalam mendesain interior.

Sasaran PT Alas Petala Makmur adalah peningkatan dalam hal kualitas produksi yang dihasilkan dan ketepatan pemenuhan order. Dengan kualitas yang semakin baik dan ketepatan pemenuhan order yang semakin baik maka diharapkan jumlah order yang diterima oleh PT Alas Petala Makmur akan semakin meningkat.

4.1.2 Sistem Kerja

Dalam menjalankan produksinya, perusahaan menetapkan waktu kerja sebagai berikut :

- Hari kerja yang diberlakukan adalah 6 hari kerja dalam seminggu, mulai hari senin sampai dengan hari sabtu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur.
- Perusahaan beroperasi selama 9 jam kerja yang dimulai pukul 07.00 WIB – 17.00 WIB yang berlaku dari hari senin sampai jumat, sedangkan untuk hari sabtu adalah 7 jam kerja, dimulai pukul 07.00 – 15.00 WIB.
- Perusahaan memberikan waktu istirahat selama 1 jam untuk karyawan pada pukul 11.30 – 12.30 WIB.
- Hari minggu digunakan untuk perawatan dan pemeliharaan mesin.

4.1.3 Proses Produksi

Seluruh kegiatan proses produksi, mulai bahan baku dikeluarkan dari gudang sampai kegiatan *packing* produk yang akan dikirim ke pembeli dikendalikan oleh Departemen Produksi yang terdiri dari bagian gudang bahan baku, bagian produksi, bagian pengendalian kualitas, bagian perawatan mesin, bagian pengepakan dan lain sebagainya.

Pada prinsipnya ada dua jenis produk yang dibuat yaitu *solid* dan *finger joint*. Pembuatan kedua produk tersebut untuk proses awalnya sama, mulai dari mesin potong untuk memotong-motong kayu menjadi beberapa bagian, khususnya untuk kayu-kayu yang melengkung, sehingga pada proses berikutnya di mesin *planner* diharapkan proses penghalusan dapat terjadi diseluruh permukaan kayu. Selain itu digunakan juga untuk membuang ujung-ujung yang tidak rata atau ditemukan adanya cacat.

Proses selanjutnya adalah penghalusan di mesin *planner*, dilakukan inspeksi kemudian hasilnya dibawa ke mesin *multiple rip saw* untuk dilakukan pembelahan. Pada proses inipun dilakukan lagi inspeksi.

Pada produk *solid* proses selanjutnya langsung ke mesin *moulder* untuk dilakukan pembentukan. Sedangkan untuk yang *finger joint*, dilakukan proses pemotongan di mesin *cross cut finger joint* untuk menghasilkan potongan-potongan kayu berukuran 20 – 40 cm. Potongan potongan kayu tadi kemudian diproses menjadi batangan panjang di mesin *finger joint*. Dari *finger joint* dibawa ke mesin *moulder* untuk dibentuk.

Setelah melalui proses pembentukan, maka dilakukan pemotongan untuk disesuaikan dengan permintaan pembeli. Apabila produk selesai dan terkumpul maka dilakukan proses terakhir yaitu inspeksi dan *packing*. Inspeksi dilakukan oleh pegawai (*grader*) dengan tujuan untuk memilih produk-produk yang berkualitas baik. Produk *solid* dikerjakan lebih dahulu karena sisa hasil potongannya dapat digunakan untuk bahan baku bentuk *finger joint*.

Agar lebih jelas proses diatas digambarkan pada gambar *flowchart* produk yang dapat dilihat di lampiran A.

4.1.4 Kondisi Awal Perusahaan

Pola aliran produksi PT Alas Petala Makmur termasuk dalam tipe *flowshop* yaitu produk yang dibuat memiliki spesifikasi berbeda tetapi urutan produksinya sama. Proses produksi dilaksanakan berdasarkan pesanan pembeli (*job order*). Penjadwalan order bersifat statis sehingga tidak ada penyisipan order baru selama proses berlangsung.

Pada kondisi awal perusahaan, sistem penjadwalan yang ada di perusahaan hanya berdasarkan perkiraan dan pengalaman saja dengan cara mengelompokkan order berdasarkan jenisnya yaitu *solid* dan *finger joint*, jenis yang dikerjakan lebih dahulu adalah *solid* dengan pertimbangan *profit*-nya lebih tinggi.

Dengan pengalaman yang sudah ada, perusahaan mempertimbangkan penyelesaian order tersebut dengan kapasitas harian masing-masing mesin,

kemudian dihitung mundur kapan order tersebut harus dikerjakan dengan memproduksi sesuai dengan pesanan.

Cara yang seperti ini menimbulkan banyak faktor yang terabaikan oleh perusahaan, sehingga menimbulkan keterlambatan dalam penyelesaian order. Faktor-faktor tersebut salah satunya adalah sistem produksi perusahaan dimana pengerjaan satu *job* tidak secara kontinu (terputus-putus) sehingga order tersebut dikerjakan berulang sampai didapatkan jumlah yang dipesan pembeli. Hal diatas akhirnya menyebabkan *set up* mesin yang berulang kali dan waktu proses tiap order menjadi lebih lama.

Akibat hal-hal tersebut diatas maka waktu penyelesaian keseluruhan order menjadi lebih lama dan waktu pengiriman menjadi lebih lambat dari yang sudah disepakati antara perusahaan dan pembeli. Padahal ketepatan pengiriman order merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan yang bergerak di bidang ekspor, karena jika terlambat dari batas toleransi yang diberikan oleh pembelimaka perusahaan akan terkena kompensasi dan berpengaruh terhadap pemesanan order berikutnya.

Dengan semakin meningkatnya permintaan dan semakin banyaknya jenis order yang ada maka penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan sudah tidak dapat lagi mengatasi pesanan pembeli sehingga mengakibatkan keterlambatan pemenuhan pesanan, untuk itu diperlukan perancangan algoritma penjadwalan dengan kriteria untuk meminimumkan waktu penyelesaian keseluruhan order (*makespan*).

4.1.5 Data yang digunakan

Penjadwalan produksi yang akan dilakukan nantinya sangat tergantung dari data yang dikumpulkan. Data tersebut bisa didapatkan melalui pengamatan langsung di lantai produksi maupun wawancara dengan pihak-pihak perusahaan yang dapat memberikan data secara tertulis maupun lisan.

Adapun data tersebut adalah :

1. Data Mesin

Mesin-mesin yang ada dioperasikan langsung oleh operator. Data jenis mesin dan jumlahnya serta kegunaannya diperoleh dari pengawas produksi dan pengamatan secara langsung di lapangan. Datanya adalah sebagai berikut :

- Mesin Potong (*Cross Cut*)

Jumlahnya ada 5 buah, dibagi menjadi 2 buah *cross cut*, 2 buah *cross cut finish*, dan 1 buah *cross cut F/J*. Mesin ini digunakan untuk memotong kayu yang bentuknya berupa batangan. Mata gergajinya digerakkan untuk memotong kayu yang menghasilkan potongan-potongan kayu. Kegunaan lainnya untuk memotong ujung kayu *sawntimber* atau kayu dari proses pembentukan untuk penyesuaian ukuran yang diminta pembeli.

- Mesin *Planner*

Jumlahnya ada 2 buah. Fungsi mesin ini adalah untuk meratakan *sawntimber* yang bentuknya tidak lurus atau tidak rata yang diakibatkan proses *sawmill* sampai penguapan secara paksa yaitu pada proses *clin dry*. Papan yang di-*planner* tebalnya berkisar 20-60 mm, panjangnya sesuai dengan *log* yang digesek. Lebar kayu pada mesin *planner* tidak mempengaruhi waktu karena pemakannya pada tebal kayu. Waktu proses berpengaruh pada panjang kayu. Bahan baku termakan gergaji kira-kira 2 mm.

- Mesin Belah (*Multiple Rip Saw*)

Jumlahnya ada 2 buah. Fungsi mesin ini untuk membelah *sawntimber*. Membelah disini adalah *sawntimber* dengan ketebalan tertentu dibelah menjadi lebih tipis atau membelah *sawntimber* dengan lebar tertentu sesuai dengan ukuran yang diminta oleh pembeli. *Feeder speed* = 8-18 m/menit. Jika dari proses ini didapatkan sisa pemotongan digunakan untuk bahan baku *finger joint*.

- Mesin *Finger Joint*

Jumlahnya ada 1 buah. Mesin ini digunakan untuk menyambung potongan-potongan kayu yang berasal dari mesin potong. Potongan kayu tersebut, ujung-ujung yang akan disambung dibentuk seperti jari / *finger* pada mesin *finger shaper* yang merupakan satu kesatuan dengan mesin *finger joint*. Sehingga proses penyambungannya nanti dapat bersesuaian satu sama lain. Penyambungannya

sendiri menggunakan perekat berupa lem. Potongan-potongan kayu yang masuk, diambil secara acak dengan berkisar 20 – 40 cm. Pada mesin ini waktu penyambungan tidak dipengaruhi oleh tebal dan lebar kayu. *Set up* mesin ini dilakukan setiap pergantian lebar kayu yang akan disambung. *Set up* tersebut ditentukan jumlah *finger* yang akan dibuat sesuai dengan lebar kayunya, misalnya untuk lebar 20 mm, maka jumlah *finger*nya adalah 5 buah (jarak antara *finger* 4 mm).

- *Mesin Moulder*

Jumlahnya ada 2 buah. Mesin ini digunakan untuk membuat profil. Profil yang dibuat dapat bermacam-macam, tergantung dari permintaan pembeli, misalnya untuk pembuatan *window component* dan sebagainya. Disamping itu dapat juga digunakan untuk meratakan produk sesuai dengan ukuran permintaan. Bahan baku termakan oleh gergaji kira-kira 2 mm. *Set up* mesin *moulder* dilakukan setiap pergantian ukuran dan bentuk yang akan dibuat. *Feeder speed* = 4 – 18 m/menit.

- *Packing*

Pada tahap ini, *packing* harus dilakukan dengan baik untuk menghindari kerusakan hasil produksi, biasanya dikerjakan oleh 3 orang pekerja per *line* untuk *solid* dan *finger joint*. Dalam menghindari kerusakan produk dan memudahkan proses pemindahannya, diberi *pallet*, dibungkus plastik dan di *packing*. Kemudian pengiriman dilakukan menggunakan jasa muatan kapal laut dan produk yang sudah di *packing* tersebut dapat dikirim menggunakan kontainer. Kontainer yang bisa digunakan adalah yang berukuran 20 feet (1 kontainer berisi kayu $\pm 20\text{m}^3$) dan 40 feet (1 kontainer berisi kayu 35 – 40 m^3).

2. Data *Flowchart* produk

Dalam membuat urutan *flowchart* produk, harus dilakukan pengamatan langsung dilapangan. Sehingga diketahui alur prosesnya dari mulai hingga selesai. Kalau sudah jelas baru dibuat urutan prosesnya, dengan mengkonfirmasi kembali kepada pihak perusahaan. Gambar *flowchart* produk dapat dilihat di lampiran A.

3. Data waktu proses pemanasan awal mesin

Data ini didapat dengan melakukan pengamatan dilantai produksi dan dikonfirmasi dengan pengawas dilantai produksi. Waktu pemanasan adalah waktu yang diperlukan untuk mesin siap digunakan untuk setiap produk maupun mesin mati. Waktu pemanasan awal untuk proses penghalusan di mesin *planner* adalah 20 detik, untuk proses penyambungan di mesin *finger joint* adalah 30 detik, sedangkan untuk proses pembentukan di mesin *moulder* adalah 60 detik. Untuk proses pembelahan di mesin *multiple ripsaw* dan proses pemotongan di mesin *cross cut*, tidak memakai waktu pemanasan awal.

4. Data waktu proses pengerjaan *job* pada mesin

Data ini digunakan untuk menghitung waktu baku sehingga dapat diketahui waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu order. Yang dimaksud dengan waktu baku disini adalah waktu persiapan bahan baku ditambahkan dengan waktu proses pada mesin. Data tentang waktu proses pengerjaan diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung di lantai produksi. Pengukuran waktunya dilakukan sebanyak 10 kali dengan menggunakan *stopwatch*. Data tersebut nantinya diperlukan untuk menghitung waktu proses di tiap mesin dan di tiap jenis produk dengan terlebih dahulu dilakukan tes kenormalan, keseragaman dan kecukupan data. Data tentang waktu antar bahan baku dimasukkan ini dapat dilihat pada lampiran C.

5. Data waktu inspeksi 1, inspeksi 2, inspeksi 3 dan *packing*

Proses inspeksi 1 dilakukan pada *output* yang dihasilkan mesin *Planner*, perhitungan waktunya akan ditambahkan dengan proses penghalusan. Inspeksi 2 dilakukan bersamaan dengan proses pembelahan, jadi waktunya digabung dengan waktu proses pembelahan.

6. Data waktu *set up* mesin

Waktu *set up* mesin digunakan untuk menunjang perencanaan penjadwalan produksi yang akan dibuat. Waktu *set up* hanya berlaku pada mesin *multiple rip saw*, *finger joint*, dan *moulder*. Untuk mesin *multiple rip saw*, waktu *set up* mesin adalah 10 menit sedangkan untuk mesin *finger joint* dan *moulder* waktu *set up*nya adalah 15 menit.

7. Data *performance rating* dan *allowance*

Data *performance rating* dan *allowance* digunakan untuk menghitung waktu baku. Dalam menentukan *performance rating* dan *allowance* maka dilakukan pengamatan secara langsung dilapangan dan wawancara dengan pihak perusahaan serta dikonfirmasi dengan pengawas dilantai produksi. *Performance rating* operator ditetapkan dengan metode *Westinghouse*, sedangkan dalam menentukan *allowance* diambil berdasarkan tabel *allowance* yang dikutip dari Teknik Tata Cara Kerja karangan Sitalaksana. Hasil *allowance* yang diperoleh untuk tiap-tiap proses berbeda-beda tergantung pada beban kerja dan kondisi tempat kerja untuk masing-masing proses. Data *performance rating* dan *allowance* dapat dilihat pada lampiran B.

8. Data pesanan

Produk yang dihasilkan oleh perusahaan berubah-ubah tergantung pesanan dari pembeli. Dengan terbatasnya waktu penelitian maka penelitian hanya dilakukan terhadap jenis produk yang diterima sampai saat penelitian ini dilakukan yaitu pada bulan September 2003.

Data pesannya adalah sebagai berikut :

A. Waktu Pesan	:	1 September 2003
Jenis Produk	:	<i>Solid Stick</i>
Waktu Kirim	:	Minggu ke-3 November 2003 (Tgl 19 Nov 2003)

Tabel 4.1 Data Pesanan *Solid Stick*

No	Ukuran (mm)	Pcs	m ³
1	23 x 60 x 1470 Prupuk – B <i>Grade</i>	16500	33,472
2	23 x 60 x 1950 Prupuk – B <i>Grade</i>	20000	53,820
3	15 x 30 x 702,5 Meranti – B/C <i>Grade</i>	10000	3,161
4	15 x 35 x 702,5 Meranti – B/C <i>Grade</i>	12500	4,610
5	21,5 x 46 x 800 Meranti – A <i>Grade</i>	2675	2,117
6	21,5 x 46 x 1600 Meranti – A <i>Grade</i>	5950	9,415
7	18 x 18 x 1825 Meranti – A <i>Grade</i>	6250	3,696
8	18 x 18 x 910 Meranti – A <i>Grade</i>	4700	1,386
9	24 x 90 x 1825 Meranti – A <i>Grade</i>	7150	28,185
10	24 x 90 x 910 Meranti – A <i>Grade</i>	5000	9,828
11	25 x 45 x 1450 Prupuk – B <i>Grade</i>	5500	8,972
12	25 x 45 x 1250 Prupuk – B <i>Grade</i>	4500	6,328
13	21 x 45 x 1450 Prupuk – B <i>Grade</i>	5500	7,536
14	21 x 45 x 1250 Prupuk – B <i>Grade</i>	4500	5,316
15	23 x 49 x 3650 Prupuk – A <i>Grade</i>	2500	10,284
	JUMLAH	113225	188,126

- B. Waktu Pesan : 1 September 2003
 Jenis Produk : *Finger Joint Stick 'Issoubou'*
 Waktu Kirim : Minggu ke-3 November 2003 (Tgl 19 Nov 2003)

Tabel 4.2 Data Pesanan *Finger joint*

No	Ukuran (mm)	Pcs	m ³
1	15 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	1000	2,340
2	15 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2750	7,239
3	20 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2150	6,708
4	20 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	3000	10,530
5	24 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	4000	14,976
6	24 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	5250	22,113

Tabel 4.2 Data Pesanan *Finger Joint* (sambungan)

No	Ukuran (mm)	Pcs	m ³
1	30 x 40 x 3900 Prupuk – B/C Grade	2000	9.360
2	30 x 45 x 3900 Prupuk – B/C Grade	2300	12.110
	JUMLAH	22450	85.376

9. Data bahan baku yang harus disediakan

Dalam proses produksi, khususnya yang menggunakan bahan baku kayu, bahan baku yang disediakan biasanya lebih banyak karena bahan baku tersebut melewati berbagai proses produksi yang mengurangi dimensi bahan baku tersebut secara terus menerus baik itu berupa serbuk-serbuk maupun potongan-potongan kayu. Dalam mengantisipasi hal tersebut dan juga untuk mengantisipasi cacat, maka perusahaan berdasarkan pengalaman selama berproduksi, mengambil kebijaksanaan dengan menetapkan *randemen* sebesar 15%, artinya bahan baku yang disediakan jumlahnya harus 15% lebih banyak. Perhitungan bahan baku yang harus disediakan adalah sebagai berikut :

Jumlah bahan baku yang harus disediakan = jumlah bahan baku / 0.85

Sedangkan jumlah bahan baku didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah bahan baku} = \frac{\text{jumlah produk yang akan diproduksi}}{\text{jumlah produk yang dihasilkan 1 unit bahan baku}}$$

Ukuran bahan baku yang digunakan untuk memproduksi pesanan dari pembeli adalah dengan tebal 21 mm, 26 mm, 31 mm, 36 mm, sampai dengan 51 mm, sedangkan untuk panjang dan lebar bahan bakunya disesuaikan dengan ukuran kayu hasil gergajian atau sesuai dengan log yang digesek. Data jumlah bahan baku yang harus disediakan dapat dilihat pada lampiran D.

4.2 Pengolahan Data

Setelah semua data terkumpul, langkah berikutnya adalah melakukan proses pengolahan data yang berhasil dikumpulkan dan melakukan proses analisis terhadap hasil dari pengolahan data tersebut.

4.2.1 Pengukuran Waktu Proses Pengerjaan *Job* pada Mesin dan Perhitungan Waktu Baku.

Data yang sudah diperoleh sebelumnya akan diolah lebih lanjut untuk memperoleh waktu baku. Waktu baku digunakan sebagai acuan setiap pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Selain itu digunakan untuk perhitungan waktu proses.

Pengukuran waktu proses pengerjaan *job* pada mesin dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* dengan metode *snapback* sebanyak 10 kali untuk tiap proses. Setelah data terkumpul maka dilakukan tes kenormalan data, tes keseragaman data dan kecukupan data. Apabila data tidak seragam maka data tersebut dikeluarkan dan apabila data tersebut tidak cukup maka ambil data yang baru.

Pada perhitungan waktu baku digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k=1.96$) dan tingkat ketelitian 5% ($s = 5\%$).

Berikut ini diberikan tabel perhitungan waktu proses pengerjaan *job* pada mesin untuk produk jenis *Solid Stick* bahan baku kayu Prupuk B – *Grade* dengan ukuran 23 x 60 x 1470 mm.

Tabel 4.3 Data Perhitungan Waktu Proses Pengerjaan *Job* pada Mesin
(dalam detik/pes)

N	Cross Cut	Planner	M.Rip Saw	Moulder	Cross Cut Finish
1	5.73	6.52	7.11	10.77	5.78
2	6.06	6.78	8.02	10.21	6.14
3	5.83	6.42	7.74	10.13	5.54
4	5.58	6.19	7.33	10.89	6.09
5	5.18	6.59	7.85	10.64	5.62
6	5.33	6.87	7.54	10.38	5.81
7	5.92	6.28	7.17	10.94	5.77
8	6.02	6.51	8.07	10.66	5.51
9	6.13	6.13	7.56	10.29	5.65
10	5.67	6.8	7.5	10.87	5.65
N ^p	6.10	2.18	2.64	1.12	2.82
Mean	5.75	6.51	7.59	10.58	5.76
SD	0.31	0.26	0.33	0.3	0.21

Tabel 4.3 Data Perhitungan Waktu Proses Pengerjaan *Job* pada Mesin
(dalam detik/pes) (sambungan)

N	Cross Cut	Planner	M.Rip Saw	Moulder	Cross Cut Finish
BKA	6.36	7.02	8.24	11.17	6.17
BKB	5.13	6	6.94	9.99	5.34
PR	1.05	1.03	1.06	0.98	1.05
Wn	6.03	6.7	8.04	10.38	6.04
All (%)	19	16	18	16	19
Wb	7.45	7.98	9.8	12.34	7.46
Uji Kenormalan	OK	OK	OK	OK	OK

Waktu inspeksi 1 digabung dengan waktu pada proses penghalusan karena inspeksi dilakukan bersamaan dengan proses di mesin *planner*. Demikian juga halnya dengan waktu inspeksi 2 digabung dengan waktu pada proses pembelahan.

Selanjutnya akan diberikan contoh perhitungan waktu standar untuk proses pemotongan (*Cross Cut*) produk jenis *Solid Stick* bahan baku kayu Prupuk B – *Grade* dengan ukuran 23 x 60 x 1470 :

Test Kenormalan Data :

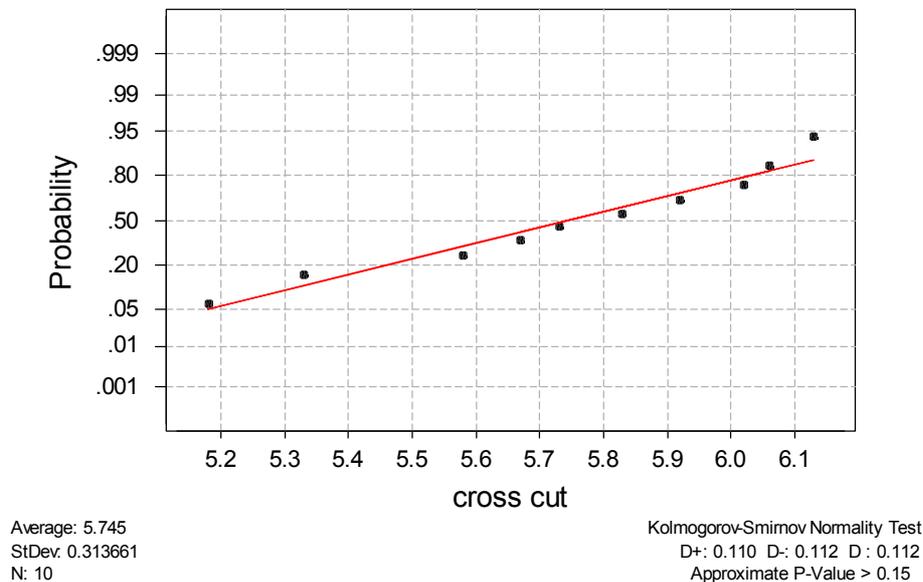
Data-data yang akan diuji, dimasukkan ke dalam *software* Minitab, kemudian dilakukan uji kenormalan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan $\alpha = 5\%$.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

H_0 : Data waktu *cross cut* berdistribusi normal

H_1 : Data waktu *cross cut* tidak berdistribusi normal

uji kenormalan mesin cross cut



Gambar 4.1. Plot data untuk uji kenormalan dengan metode

Kolmogorov-Smirnov

Dari gambar diatas, didapat nilai $p\text{-value} > 0.15$. Bila dibandingkan dengan nilai α (5%), maka nilai $p\text{-value}$ (0.15) $>$ α (5%) yang berarti gagal tolak H_0 , dan dapat disimpulkan bahwa data proses *Cross Cut* produk jenis *Solid Stick* bahan baku kayu Prupuk B – *Grade* dengan ukuran 23 x 60 x 1470 mm tersebut berdistribusi normal.

Test Keseragaman Data :

- Batas Kontrol Atas (BKA) = $\bar{X} + (k.SD)$
= $5.75 + (1.96 \times 0.31)$
= 6.36 detik / pcs
- Batas Kontrol Bawah (BKB) = $\bar{X} - (k.SD)$
= $5.75 - (1.96 \times 0.31)$
= 5.13 detik / pcs

Kesimpulan : Semua data masuk batas kontrol tersebut sehingga data seragam.

Test Kecukupan Data :

$$N' = \left(\frac{s \times t}{k \times \bar{X}} \right)^2 = \left(\frac{0.31 \times 2.262}{0.05 \times 5.75} \right)^2$$

$$= 6.10$$

Karena $N' < N$ maka data sudah cukup.

Performance Rating :

<i>Good Skill</i>	:	+0.03
<i>Average Effort</i>	:	0.00
<i>Good Condition</i>	:	+0.02
<i>Average Consistency</i>	:	<u>0.00</u> +
		+0.05
<i>Performance Rating</i>	=	1 + 0.05
	=	1.05

Allowance :

A. Tenaga yang dikeluarkan	:	Ringan	= 9
B. Sikap Kerja	:	Berdiri dengan 2 kaki	= 1
C. Gerakan Kerja	:	Agak terbatas	= 1
D. Kelelahan Mata	:	Pandangan yang terputus-putus	= 0
E. Keadaan Temperatur	:	Sedang (normal)	= 2
F. Keadaan Atmosfer	:	Cukup	= 2
G. Keadaan Lingkungan	:	Sangat Bising	= 2
H. <i>Personal Allowance</i>			<u>= 2</u> +
		TOTAL ALLOWANCE	= 19%

Waktu Baku :

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal} &= \text{Waktu rata-rata} \times \text{Performance Rating} \\ &= 5.75 \times 1.05 \\ &= 6.04 \text{ detik/pcs} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Baku} &= \text{Waktu Normal} \left(\frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \right) \\ &= 6.04 \times (1 / 0.81) \\ &= 7.45 \text{ detik/pcs} \end{aligned}$$

4.2.2 Perhitungan Waktu Proses

Perhitungan waktu Baku diatas merupakan perhitungan sebagian dari proses pembuatan suatu produk *moulding*. Perhitungan waktu proses masing-

masing produk tergantung dari jumlah produk yang dibuat dan jenis mesin yang mengerjakannya. Perhitungan waktu proses tiap mesin adalah sebagai berikut :

- Proses Pemotongan :
 1. Di mesin *Cross Cut*
Waktu standar pemotongan x jumlah bahan baku yang harus disediakan.
 2. Di mesin *Cross Cut Finger joint*
Waktu standar pemotongan x $\frac{\text{jumlah produk yang diminta pembeli}}{0.85}$
 3. Di mesin *Cross Cut Finish*
Waktu standar pemotongan x $\frac{\text{jumlah produk yang diminta pembeli}}{0.85}$
- Proses Penghalusan & inspeksi 1 :
Waktu pemanasan awal + (waktu standar penghalusan & inspeksi 1 x jumlah bahan baku yang harus disediakan)
- Proses Pembelahan & inspeksi 2 :
Waktu *set up* mesin *multiple ripsaw* + (waktu standar pembelahan & inspeksi 2 x jumlah bahan baku yang harus disediakan)
- Proses Penyambungan :
Waktu *set up* mesin *finger joint* + waktu pemanasan awal + [waktu standar penyambungan x $\left\{ \frac{\text{jumlah produk yang diminta pembeli}}{0.85} \right\}$]
- Proses Pembentukan :
Waktu *set up* mesin *moulder* + waktu pemanasan awal + [waktu standar pembentukan x $\left\{ \frac{\text{jumlah produk yang diminta pembeli}}{0.85} \right\}$]

Berikut merupakan contoh perhitungan waktu proses untuk produk jenis *solid stick* ukuran 23 x 60 x 1470 mm, bahan baku kayu Prupuk B – *Grade* :

- Waktu proses pemotongan di mesin *cross cut* :
7.45 detik x 9706 = 20.09 jam.
- Waktu proses penghalusan & inspeksi 1 :
20 detik + (7.98 detik x 9706) = 21.52 jam.
- Waktu proses pembelahan & inspeksi 2 :

10 menit + (9.8 detik x 9706) = 26.59 jam.

- Waktu proses pembentukan :
15 menit + 60 detik + [12.34 detik x (16500 / 0.85)] = 66.81 jam.
- Waktu proses pemotongan di mesin *Cross Cut Finish* :
7.46 detik x (16500 / 0.85) = 40.23 jam.

Hasil perhitungan waktu proses dapat dilihat pada lampiran E.

Sebelum dilakukan pengurutan *jobs* untuk penjadwalan usulan, berikut ini disertakan tabel 4.4 yang berisi tentang data pesanan beserta pembagian *job* untuk tiap ukuran produk.

Tabel 4.4 Data Pesanan

No	Ukuran (mm)	Pcs	m ³
S1	23 x 60 x 1470 Prupuk – B <i>Grade</i>	16500	33,472
S2	23 x 60 x 1950 Prupuk – B <i>Grade</i>	20000	53,820
S3	15 x 30 x 702,5 Meranti – B/C <i>Grade</i>	10000	3,161
S4	15 x 35 x 702,5 Meranti – B/C <i>Grade</i>	12500	4,610
S5	21,5 x 46 x 800 Meranti – A <i>Grade</i>	2675	2,117
S6	21,5 x 46 x 1600 Meranti – A <i>Grade</i>	5950	9,415
S7	18 x 18 x 1825 Meranti – A <i>Grade</i>	6250	3,696
S8	18 x 18 x 910 Meranti – A <i>Grade</i>	4700	1,386
S9	24 x 90 x 1825 Meranti – A <i>Grade</i>	7150	28,185
S10	24 x 90 x 910 Meranti – A <i>Grade</i>	5000	9,828
S11	25 x 45 x 1450 Prupuk – B <i>Grade</i>	5500	8,972
S12	25 x 45 x 1250 Prupuk – B <i>Grade</i>	4500	6,328
S13	21 x 45 x 1450 Prupuk – B <i>Grade</i>	5500	7,536
S14	21 x 45 x 1250 Prupuk – B <i>Grade</i>	4500	5,316

Tabel 4.4 Data Pesanan (sambungan)

No	Ukuran (mm)	Pcs	m ³
S15	23 x 49 x 3650 Prupuk – A <i>Grade</i>	2500	10,284
F1	15 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	1000	2,340
F2	15 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2750	7,239
F3	20 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2150	6,708
F4	20 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	3000	10,530
F5	24 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	4000	14,976
F6	24 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	5250	22,113
F7	30 x 40 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2000	9,360
F8	30 x 45 x 3900 Prupuk – B/C <i>Grade</i>	2300	12,110

4.2.3 Pengurutan *Job* untuk Penjadwalan Usulan HGA

4.2.3.1 Pengurutan *Job* dengan Menggunakan Metode NEH untuk Penjadwalan Usulan.

Waktu proses yang didapatkan tidak langsung digunakan untuk menyusun penjadwalan usulan, namun diolah lagi. Sesuai dengan algoritma penjadwalan usulan, maka *job* yang memiliki lebar sama digabung untuk dikerjakan di setiap mesin yang ada. Waktu proses hasil penggabungan dari *job* tersebut dapat dilihat pada lampiran F. Kemudian hasil penggabungan *job* tadi, diurutkan dengan menggunakan metode NEH. Hasil pengurutannya untuk produk *solid* dapat dilihat pada lampiran G sedangkan untuk produk *finger joint* dapat dilihat pada lampiran H.

Hasil perhitungan produk *solid* maka didapatkan urutan *job* berdasarkan metode NEH adalah 3 – 5 – 4 – 6 – 2 – 8 – 7 – 1 atau dengan kata lain *job* S8-S7-S5-S6-S10-S9-S12-S13-S11-S14-S1-S2-S4-S3-S15 dengan *makespan* sebesar 484.888 jam.

Sedangkan hasil perhitungan produk *finger joint* maka didapatkan urutan *job* berdasarkan metode NEH adalah 1 – 2 atau dengan kata lain *job* F1-F7-F3-F5-F2-F4-F6-F8 dengan *makespan* sebesar 270.438 jam.

4.2.3.2 Pengurutan *Job* dengan mengurutkan jumlah waktu proses dari Setiap *Job* dari Terbesar ke Terkecil untuk Penjadwalan Usulan (*decreasing*)

Berdasarkan tabel waktu proses pada lampiran F, maka diurutkan dari jumlah waktu proses setiap *job* dari terbesar ke terkecil, sehingga didapatkan urutan *job* yaitu 2 – 6 – 4 – 8 – 5 – 3 – 7 – 1 atau S1-S2-S12-S13-S11-S14-S10-S9-S4-S5-S6-S8-S7-S3-S15

4.2.3.3 Pengurutan *Job* dengan Mengurutkan Jumlah Waktu Proses dari Setiap *Job* dari Terkecil ke Terbesar untuk Penjadwalan Usulan (*increasing*)

Berdasarkan tabel waktu proses pada lampiran F, maka diurutkan dari jumlah waktu proses setiap *job* dari yang terkecil ke terbesar, sehingga didapatkan urutan *job* yaitu 1 – 7 – 3 – 5 – 8 – 4 – 6 – 2 atau S15-S3-S8-S7-S5-S6-S4-S10-S9-S12-S13-S11-S14-S1-S2

4.2.4 *Hybrid Genetic Algorithm* (HGA)

Disini telah dibuatkan suatu program genetika (dari internet <<http://www.Umoncton.ca/cie/conferences/29thconf/29thICCIE/Papers/paper043.PDF>> dengan judul *A Hybrid Genetic Algorithm for flowshop scheduling*) untuk dapat menjalankan *jobs* yang ada sehingga didapatkan hasil urutan *job* yang optimal dalam hal meminimumkan jumlah *set up* dan *makespan* yang terjadi.

Pertama-tama dibahas terlebih dahulu tentang antar muka perangkat lunak dari HGA yang telah dibuat. Dalam mempercepat pencarian solusi, model HGA yang digunakan diterjemahkan kedalam sebuah perangkat lunak komputer yang dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual basic* 6.0. Selain untuk mempercepat proses perhitungan diharapkan juga penggunaan perangkat lunak ini akan memberikan hasil yang lebih akurat. Simulasi dilakukan pada *processor* AMD dengan kecepatan 400 MHz, dengan RAM 256 Mb pada BUS 133. Perlu diingat kecepatan komputer dan kapasitas serta sistem BUS *MotherBoard* tentu akan berpengaruh pada kecepatan kalkulasi untuk *problem* yang diberikan. Sehingga bila dilakukan pada sistem komputer dengan kecepatan yang berbeda, kecepatan prosesnya tentu akan berbeda pula.

Dalam mempermudah pengoperasian, perangkat lunak ini menggunakan beberapa *form input* sesuai kebutuhan untuk pengolahan HGA, yang meliputi :

- Jumlah pekerjaan
- Jumlah mesin
- Jumlah populasi per generasi
- Jumlah maksimum generasi

Output dari perangkat lunak ini akan ditampilkan dalam beberapa bentuk sebagai berikut:

- Generasi
- *Best makespan*
- Kromosom

Program algoritma genetika/HGA ini hanya dipakai pada produk jenis *solid* saja karena jenis *solid* dalam kasus ini memiliki banyak *job* yang dikelompokkan berdasarkan kesamaan dimensi lebarnya menjadi 8 *job* saja dari 15 *job* yang ada sedangkan produk jenis *finger joint* juga dikelompokkan berdasarkan kesamaan dimensi lebarnya menjadi 2 *job* saja dari 8 *job* yang ada. Disini dilakukan pengelompokan *job* berdasarkan kesamaan dimensi lebar karena dapat mengurangi jumlah *set up* mesin yang terjadi sehingga dapat mengurangi waktu total operasi dari mulainya operasi pertama sampai berakhirnya operasi terakhir (*makespan*).

Program algoritma genetika ini memakai 25 kromosom sebagai *initial population* yaitu dengan 22 kromosom dibangkitkan secara acak dan sisa 3 kromosom terdiri dari satu kromosom solusi heuristik NEH, satu kromosom dari hasil urutan *job* dari jumlah waktu proses terbesar ke terkecil (*decreasing*), dan satu kromosom dari hasil urutan *job* dari jumlah waktu proses terkecil ke terbesar (*increasing*). Agar lebih jelasnya urutan proses/*flowchart* jalannya program genetika HGA ini dapat dilihat pada lampiran K.

Proses perhitungan untuk produk jenis *solid* sebagai *inputan* pada awal program HGA ini adalah sebagai berikut :

- Jumlah *job* : 8
- Jumlah mesin : 6
- Jumlah populasi per generasi : 25

- Jumlah generasi : 1000

Disini dipakai jumlah generasi sebesar 1000 generasi karena pada jurnal “*A Hybrid Genetic Algorithm for flowshop scheduling*” yang ada mengatakan bahwa HGA akan beroperasi/berjalan efektif dalam pencarian solusi yang optimal pada 1000 generasi sedangkan lebih dari 1000 generasi, HGA tidak memberikan hasil solusi yang optimal. Setelah selesai di-*input*-kan kemudian melakukan peng-*input*-an waktu proses setiap *job* yang ada pada produk *solid* setelah itu dijalankan program algoritma HGA yang telah dibuat untuk produk jenis *solid* dengan hasil *output* yang dapat dilihat pada lampiran I.

Suatu pengembangan model harus melalui tahapan validasi. Validasi terhadap model penjadwalan *flowshop* ini dilakukan dengan menanyakan model yang dibuat kepada pihak perusahaan dan pihak perusahaan mengatakan bahwa model penjadwalan yang telah dihasilkan algoritma HGA dapat diterapkan pada penjadwalan produksi diperusahaan dikarenakan sudah sesuai dengan kenyataannya. Sehingga model yang telah dirancang ini dapat dipakai oleh perusahaan agar dapat meminimasi jumlah *set up* dan *makespan*.