

# Upaya Peningkatan *Output* Produksi menggunakan Metode Palmer dan CDS pada PT. X

Michael Limanto<sup>1</sup>

**Abstract:** PT. X is a furniture company whose production system applies a make to order system. The production process of PT. X's products starts from raw materials, namely wooden boards which are processed into finished goods such as tables, chairs, and cabinets. The problems that occur in PT. X is the process of fulfilling customer orders that often experience delays. This happens because there is no scheduling system in the Woodworking Processing department, causing the production output to not reach the required production capacity. Therefore, this research was conducted to increase production output at PT. X, especially in the Woodworking Processing department. Increased production output is done by minimizing the time of the production process with the scheduling method of Campbell Dudek Smith (CDS) and Palmer. Based on the results of the research that has been done, the scheduling process using the Campbell Dudek Smith (CDS) and Palmer method is able to produce a proposal with a reduced makespan value of 32.07 seconds per wooden plank when compared to the initial conditions. By implementing a proposal that has a smaller makespan value, it is expected to increase production output so as to reduce the occurrence of delays in order fulfillment.

**Keywords:** CDS; palmer; flowshop; scheduling

## Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan mebel yang memproduksi *furniture, housing components, flooring, DIY part* dan berbagai komponen kayu sesuai pesanan dari pelanggan. Sistem produksi yang diterapkan adalah *make to order*. Proses produksi PT. X dimulai dari papan kayu sampai menjadi barang jadi. Permasalahan yang dimiliki oleh PT. X adalah proses pemenuhan pesanan pelanggan yang sering mengalami keterlambatan. Hal ini terjadi karena kinerja dari Departemen Produksi masih belum cukup baik.

Departemen Produksi di PT. X terbagi menjadi beberapa bagian yaitu *Woodworking Processing, Furniture Processing, Finished Good Processing*. Alur proses produksi untuk setiap produk tidak selalu sama, namun ditentukan sesuai dengan spesifikasi produk yang dibuat. Setiap produk yang dibuat pasti melewati *Woodworking Processing*. *Woodworking Processing* merupakan proses mengolah papan kayu sampai menjadi barang setengah jadi. Permasalahan yang terjadi adalah hasil *output* yang dihasilkan pada *Woodworking Processing* tidak mencapai kapasitas yang seharusnya.

## Metode Penelitian

Pada bab ini akan diulas metode penyelesaian permasalahan yang digunakan pada penelitian ini secara urut dan sistematis untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Gambar 1 merupakan *flowchart* mengenai metode penelitian.



Gambar 1. *Flowchart* tahapan penelitian

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: limanto789@gmail.com

## Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang terjadi di lantai produksi pada bagian *Woodworking Processing*. Pengamatan dilakukan pada bagian *Woodworking Processing* dikarenakan bagian tersebut merupakan proses awal pengolahan setiap produk yang akan dibuat. Langkah pertama ini dapat membantu untuk menentukan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini serta metode yang dapat digunakan untuk menganalisa permasalahan yang terjadi.

## Studi Literatur

Langkah kedua yang dilakukan adalah studi literatur mengenai dan metode penelitian yang cocok untuk menyelesaikan masalah yang ada. Tujuan dari studi literatur adalah memahami mengenai materi kapasitas produksi, waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku. Studi literatur yang dilakukan melalui berbagai sumber yang ada seperti jurnal, buku, dan artikel.

## Pengambilan Data Waktu

Langkah ketiga adalah proses pengambilan data waktu dari proses yang ada di Departemen Produksi bagian *Woodworking Processing*. Pengambilan data waktu dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu *stopwatch*. Data waktu yang dikumpulkan akan digunakan peneliti sebagai pendukung dalam penelitian.

## Pengolahan Data

Data-data yang telah diambil akan dilakukan uji kornomalan, keseragaman, dan kecukupan data. Setelah lulus ketiga uji maka data-data yang ada dapat digunakan untuk mencari waktu baku dan kapasitas produksi. Untuk perhitungan waktu baku maka perlu mencari terlebih dahulu waktu siklus dan waktu normal. Data yang didapatkan akan dibandingkan dengan keadaan yang sebenarnya.

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk dalam satu stasiun kerja. Berikut adalah rumus perhitungan waktu siklus pada satu elemen proses (Purnomo [1]).

$$W_s = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (1)$$

Keterangan:

$W_s$  = Waktu siklus  
 $X_i$  = Data waktu ke- $i$

$N$  = Jumlah data waktu

Waktu normal merupakan waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan oleh pekerja yang mempertimbangkan kemampuan pekerja (*performance rating*). Berikut adalah rumus perhitungan waktu normal (Wignjosoebroto [2]).

$$W_n = W_s * (1 + p) \quad (2)$$

Keterangan:

$W_n$  = Waktu normal  
 $W_s$  = Waktu siklus  
 $p$  = *Performance factor*

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan. Berikut rumus perhitungan waktu baku (Wignjosoebroto [2]).

$$W_b = W_n * \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \quad (3)$$

Keterangan:

$W_b$  = Waktu baku  
 $W_n$  = Waktu normal

## Analisis Akar Permasalahan dan Perancangan Usulan Perbaikan

Langkah selanjutnya adalah mencari akar permasalahan dari perbedaan *output* produksi antara kondisi nyata dengan hasil perhitungan. Pencarian data akar masalah akan dilakukan dengan cara observasi dan juga wawancara. Setelah menemukan akar masalah maka akan dilakukan analisis untuk mendapatkan usulan perbaikan untuk mengatasi akar masalah.

Perancangan usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan prinsip penjadwalan. Penjadwalan adalah metode pengaturan waktu dari proses produksi. Tujuan penjadwalan sendiri adalah untuk meminimalkan waktu tunggu, waktu proses operasi, tingkat persediaan, dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemakaian peralatan, fasilitas, dan tenaga kerja. Penjadwalan proses produksi bertujuan supaya proses produksi bisa berjalan lancar agar sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sehingga pemanfaatan sumber daya tertentu (fasilitas, pekerja, peralatan) dapat bekerja secara maksimal dengan biaya seminimal mungkin (Masruroh [3]). Penjadwalan produksi merupakan salah satu aspek yang cukup penting dikarenakan dapat

mempengaruhi keberhasilan dari pengawasan produksi. Unsur-unsur penting yang ada dalam penjadwalan adalah resources yang biasa dikenal dengan daya mesin, dan tasks yang biasa dikenal dengan *jobs*. Waktu proses operasi dari setiap mesin dan jenis *job* yang akan dilakukan perlu diketahui supaya bisa melakukan penjadwalan dengan baik. Penjadwalan produksi sendiri memiliki fungsi supaya alur produksi bisa berjalan baik dan tidak terjadi keterlambatan (Masruroh [3]).

Pada penelitian ini penjadwalan produksi dilakukan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan metode *Palmer*. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) merupakan metode yang menggunakan *n* *job* di mesin yang menggunakan lebih dari 2 mesin yang disusun secara seri. Urutan penjadwalan dengan metode CDS dimulai dari menentukan penugasan kerja dengan menggunakan *N* *job* *M* mesin berdasarkan waktu terkecil digunakan dalam melakukan produksi. Mesin pertama akan diletakkan pada urutan paling depan berdasarkan waktu terkecil sedangkan untuk mesin kedua akan diletakkan pada urutan paling belakang berdasarkan waktu terkecil (Masruroh [3]).

Perhitungan untuk menentukan nilai *makespan* terkecil akan berulang terus menerus dengan ketentuan  $k = 1, 2, 3, \dots, (m-1)$  apabila bentuk perhitungan melalui tabel *k* dari 1 sampai dengan *m-1* akan memiliki urutan *job* tersendiri. Berikut adalah rumus untuk menentukan jumlah waktu pemrosesan pada tiap mesin (Masruroh [3]).

$$t'_{i.1} = \sum_{k=1}^k t_{i.k} \quad (4)$$

$$t'_{i.2} = \sum_{k=1}^k t_{i.m-k} \quad (5)$$

Keterangan:

$t'_{i.1}$  = Jumlah waktu pemrosesan untuk *job* *I* pada *k* mesin pertama

$t'_{i.2}$  = Jumlah waktu pemrosesan untuk *job* *I* pada *k* mesin kedua

Penjadwalan dengan metode palmer merupakan metode yang penentuan urutan pengerjaan *job* berdasarkan dari nilai *slope* indeks. Perhitungan nilai *slope* indeks akan dilakukan untuk setiap *job* yang ada sehingga akan diketahui urutan *job* berdasarkan nilai *slope* indeks dari terbesar ke yang terkecil. Berikut adalah rumus untuk perhitungan *slope* indeks (Masruroh [3]).

$$Si = -\sum_{j=1}^m (m - (2j - 1)) * tij \quad (6)$$

Keterangan:

- Si = Nilai *slope* indeksnya
- m = Jumlah mesin yang digunakan
- j = Mesin yang digunakan untuk proses *Job* *I*
- i = *Job* yang diproses
- tij = waktu proses suatu *job* ke-*I* dan mesin ke-*j*

### Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir adalah pengambilan kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan peneliti. Kesimpulan yang ada akan digunakan untuk menjawab tujuan dari penelitian yang ada. Setelah itu akan memberikan saran untuk peneliti selanjutnya dan juga untuk perusahaan.

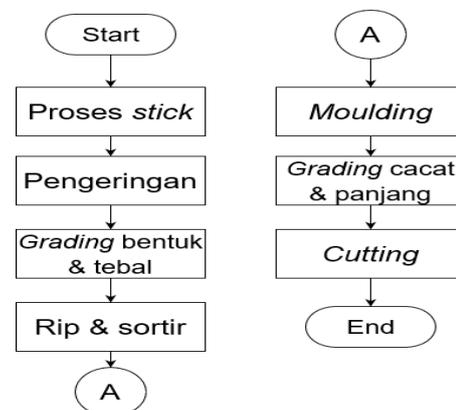
### Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan diulas mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan beserta dengan analisis dan pembahasannya.

#### Proses Produksi

Proses alur produksi komponen kayu akasia pada Departemen Produksi bagian *Woodworking Processing* digambarkan menggunakan *flowchart*. Proses produksi komponen kayu akasia ini terbagi menjadi 7 tahapan. Proses produksi komponen kayu akasia pada PT. X dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan *flowchart* proses produksi komponen kayu pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa proses produksi komponen kayu terdiri dari tujuh proses yang dilakukan secara berurutan. Ketujuh proses tersebut yaitu proses *stick*, proses pengeringan, proses *grading* bentuk dan tebal, proses *rip* dan sortir, proses *moulding*, proses *grading* cacat dan panjang, serta proses *cutting*. Ketujuh proses tersebut harus dilalui untuk setiap papan kayu yang akan diolah supaya dapat memproduksi bahan baku menjadi produk jadi komponen kayu.



Gambar 2. *Flowchart* proses produksi komponen kayu

Proses *stick* adalah proses memisahkan kayu RST basah ke palet. Penumpukkan kayu RST basah ke palet dikelompokkan berdasarkan tebal kayu dan panjang kayu. Kayu RST sendiri terdiri dari 2 jenis yaitu RST kulit dan RST kotak. Kayu RST basah yang sudah dikelompokkan berdasarkan tebal dan panjang akan dimasukkan ke dalam *chamber*. *Chamber* digunakan untuk mengeringkan kayu RST sampai kandungan air yang ada dibawah 12%. Lama proses pengeringan didalam *chamber* sekitar 1 bulan. Proses *grading* akan dilakukan setelah kandungan air pada kayu sudah dibawah 12%. Proses *grading* memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama adalah *grading* bentuk, kayu RST yang akan diolah akan dikelompokkan menjadi 3 bentuk yaitu lurus, medang, bengkok. Kayu RST yang berbentuk medang akan disimpan sedangkan kayu RST yang berbentuk bengkok akan dipotong menjadi 2 atau 3 bagian berdasarkan busur lengkungnya. Kayu RST berbentuk lurus akan dilakukan *grading* berdasarkan ukuran lebar kayu. Untuk setiap lebar kayu akan dipisahkan berdasarkan palet.

Kayu RST yang berbentuk lurus akan dipotong menggunakan mesin *rip*. Mesin *rip* adalah mesin yang berfungsi untuk memotong berdasarkan lebar kayu. PT.X memiliki 2 jenis mesin *rip* yaitu 2 buah mesin *single rip* dan 1 buah mesin *multirip*. Perbedaan dari mesin *single rip* dan mesin *multirip* adalah jumlah komponen kayu yang dihasilkan dan minimal *input* lebar kayu. Untuk mesin *multirip* minimal lebar kayu yang diolah adalah 100 mm sedangkan mesin *single rip* kurang dari 100 mm. Mesin *multirip* minimal dapat menghasilkan 2 komponen kayu sedangkan mesin *single rip* hanya 1 komponen. Hasil *output* kayu dari mesin *rip* ada beberapa yaitu kayu sesuai lebar komponen dengan ujung lancip, kayu sesuai lebar komponen dengan ujung tidak lancip, dan kayu dengan lebar sisa. Komponen yang memiliki ujung lancip akan dipotong menggunakan mesin *armsaw* sedangkan untuk kayu dengan kondisi lebar sisa akan diproses lagi menggunakan mesin *rip* lagi supaya menjadi komponen dengan lebar yang sesuai.

Komponen kayu yang sudah memiliki kondisi lebar sesuai akan diolah menggunakan mesin *moulding*. Mesin *moulding* adalah mesin yang memiliki fungsi untuk mengurangi ketebalan sisi kayu secara akurat dan menghaluskan 6 sisi kayu. Mesin *moulding* memiliki 2 pisau pada bagian atas dan bawah serta 1 pisau pada bagian kanan dan kiri. *Output* dari mesin *moulding* akan dilakukan proses *grading* cacat dan panjang. Kondisi cacat yang ada pada kayu setelah melewati mesin *moulding* ada beberapa yaitu *miss* tebal, *miss* lebar, mata mati, hati, totor, dan kropos. Kayu yang memiliki kondisi kropos dan totor yang parah akan dijadikan sampah sedangkan untuk

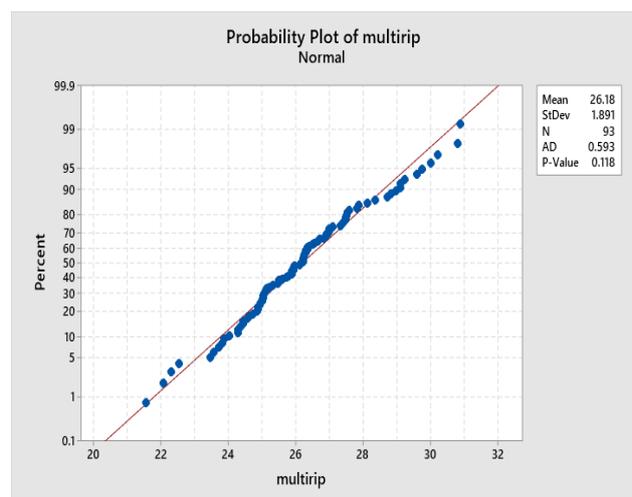
kayu dengan kondisi *miss* tebal dan *miss* lebar akan diproses lagi sehingga kayu akan memiliki tebal dan lebar yang sesuai. Setelah proses *grading* cacat akan ada proses *grading* panjang. Proses *grading* panjang merupakan proses untuk mencari ukuran panjang yang dibutuhkan. Proses *grading* cacat dan panjang akan menggunakan kapur untuk memberi tanda. Kayu yang sudah lolos *grading* cacat dan panjang akan di potong menggunakan mesin *cutting*. Operator mesin *cutting* akan memotong kayu yang sesuai dengan tanda yang ada pada kayu. Untuk bagian kayu yang memiliki mata mati dan hati akan dibuang sedangkan kayu yang panjangnya sesuai akan disimpan.

### Pengolahan Data Waktu

Perhitungan waktu baku dimulai dengan mengambil data waktu dari setiap proses yang ada. Pengukuran waktu dimulai saat pekerja mengambil WIP (papan kayu) dan berakhir saat pekerja meletakkan WIP (papan kayu) untuk di kerjakan di proses selanjutnya. Dalam selang waktu 4 bulan penulis berhasil mengumpulkan 49 sampai 97 data untuk setiap proses. Data waktu yang diperoleh akan dilakukan uji yang pertama yaitu uji normalitas menggunakan software minitab 19. Hipotesis yang digunakan untuk uji normalitas adalah sebagai berikut.

- H0 : Data berdistribusi normal
- H1 : Data tidak berdistribusi normal

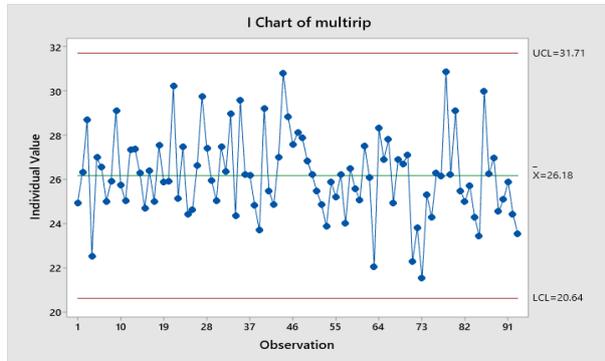
Hasil uji normalitas proses *multirip* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji normalitas proses *multirip*

Gambar 3 menunjukkan hasil uji normalitas proses *multirip* menggunakan metode *Anderson-Darling*. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data waktu dari proses *multirip* berdistribusi normal

karena memiliki p-value lebih dari  $\alpha$  yaitu 0,05 (gagal tolak  $H_0$ ). Setelah lulus uji normal maka akan dilakukan uji kedua yaitu uji keseragaman. Hasil uji keseragaman dari proses *multirip* dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil uji keseragaman proses *multirip*

Gambar 4 menunjukkan hasil uji keseragaman data dari proses mesin *multirip*. Hasil uji keseragaman data menunjukkan bahwa tidak ada data yang berada di luar batas kendali sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh data telah seragam.

Data yang sudah lulus uji keseragaman kemudian akan uji yang ketiga yaitu uji kecukupan datanya. Dari hasil perhitungan kecukupan data untuk proses *multirip* yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah data minimal yang perlu diambil untuk mesin *multirip* adalah sebanyak 8 data, sedangkan data yang telah diambil adalah sebanyak 93 data, sehingga hal ini menunjukkan bahwa jumlah data yang telah diambil untuk proses *multirip* telah memenuhi syarat uji kecukupan data.

### Perhitungan *Performance rating* dan *Allowance*

Proses produksi komponen kayu yang ada pada PT. X dilakukan oleh pekerja sehingga keahlian yang dimiliki spesifik. Nilai *performance rating* diberikan untuk dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan dan pekerja agar normal. Perhitungan *performance rating* pada mesin *multirip* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** *Performance rating* proses *multirip*

Faktor	Simbol	Nilai
<i>Skill</i>	D	0,00
<i>Effort</i>	D	0,00
<i>Condition</i>	C	0,00
<i>Consistency</i>	D	0,01
<i>Performance factor</i>	-	1,01

Operator pada proses *multirip* memiliki *skill* rata-rata karena kecepatan pekerja tidak terlalu cepat

maupun lambat dan juga cukup terlatih dalam melakukan pekerjaannya. *Effort* yang diberikan rata-rata karena pekerjaan yang dilakukan dengan stabil apabila ada pengawas. *Condition* dari lingkungan kerja proses *multirip* cukup baik sehingga pekerja masih bisa bekerja dengan baik sedangkan *consistency* dari pekerja cukup baik karena pengambilan cukup cepat dan konsisten dan masih memiliki inisiatif untuk menata hasil *output* sehingga mempercepat pengambilan material yang membuat proses pemotongan efisien. *Allowance* untuk proses *multirip* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** *Allowance* proses *multirip*

<i>Allowance</i>	Nilai persentase
<i>Personal Needs</i>	5%
<i>Basic Fatigue</i>	4%
<i>Standing Allowance</i>	2%
<i>Use of Force or Muscular Energy</i>	1%
<i>Monotony</i>	4%
<i>Tediousness</i>	2%
Total	18%

Tabel 2 menunjukkan *allowance* yang diberikan pada proses mesin *multirip*. *Allowance* jenis *personal needs* dan *basic fatigue* adalah sebesar 5% dan 4% yang wajib diberikan ke seluruh pekerja. Hal ini dikarenakan pada kedua faktor ini sudah mencakup kebutuhan pribadi dari pekerja.

Operator mesin *multirip* juga diberikan *standing allowance* karena pekerjaan yang dilakukan dalam posisi berdiri sehingga diberikan *standing allowance* sebesar 2%. Pekerjaan yang dilakukan juga membutuhkan tenaga yang cukup besar karena operator perlu mengangkat papan kayu dari tumpukan untuk dimasukkan ke mesin *multirip* sehingga diberikan *use of force or muscular energy* sebesar 1%. Pekerja melakukan pekerjaan yang berulang-ulang dan monoton sehingga perlu diberikan *monotony* sebesar 4% dan *tediousness* sebesar 2%.

### Perhitungan Waktu Baku

Dengan menggunakan nilai *performance rating* dan *allowance* yang telah didapatkan dari perhitungan pada tahap sebelumnya, dilakukan perhitungan waktu baku dari proses mesin *multirip*. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan waktu siklus sebesar 26,18 detik untuk proses mesin *multirip*. Waktu siklus yang didapat akan digunakan untuk perhitungan waktu normal untuk proses mesin *multirip*. Waktu normal untuk proses mesin *multirip* adalah sebesar 26,44 detik. Setelah mendapat waktu normal maka akan dilanjutkan perhitungan waktu baku untuk proses mesin *multirip* yang menggunakan nilai *allowances*.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan waktu baku untuk proses mesin *multitrip* adalah sebesar 32,24 detik. Waktu baku ini yang akan digunakan dalam proses perancangan usulan dengan menggunakan metode penjadwalan pada tahap selanjutnya.

### Analisis Permasalahan

Urutan pengolahan kayu yang ada pada Departemen *Woodworking Processing* sudah memiliki alur yang jelas. Akan tetapi pekerja masih bingung dalam menentukan prioritas pengolahan kayu, meskipun sudah mengetahui urutan pengolahan kayu yang benar. Hal ini dikarenakan sistem yang diterapkan perusahaan adalah *make to order*, maka jumlah pekerja yang ada hanya setengah dari yang seharusnya dibutuhkan. Jumlah pekerja yang hanya setengah dari yang dibutuhkan dikarenakan setiap komponen kayu tidak harus melewati proses yang sama dikarenakan kondisi kayu yang berbeda-beda sehingga semua mesin yang ada tidak harus berjalan secara bersamaan.

Kendala dari jumlah pekerja yang hanya setengah dari yang dibutuhkan adalah perlu mengalokasikan pekerja secara terus menerus sesuai dengan kondisi kayu yang ada dan mesin yang menggantung. Selain itu membuat pekerja yang ada menjadi tidak spesialisasi dalam pengoperasian mesin karena sering berpindah-pindah mesin. Hal ini membuat pekerja memerlukan adaptasi yang berulang-ulang untuk melakukan pekerjaannya yang berdampak juga pada *output* produksi yang dihasilkan tidak mencapai kapasitas produksi yang seharusnya. Perbandingan perbandingan hasil *output* dengan kapasitas produksi seharusnya Tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan hasil *output* dan kapasitas produksi

Mesin	Hasil <i>Output</i> (pcs)	Kapasitas produksi (pcs)	Selisih (pcs)	Persentase Pencapaian
<i>Single rip</i> 1	810,24	1121,48	311,24	72,25%
<i>Single rip</i> 2	773,77	1409,11	635,34	54,91%
<i>Multitrip</i>	1139,1	1744,79	605,7	65,29%
<i>Double planner</i>	966,6	1073,26	106,66	90,06%
<i>Moulding</i>	1036,95	1139,15	102,2	91,03%
<i>Cutting</i>	1540,33	1737,54	197,21	88,65%

### Perancangan Usulan Penjadwalan

Alur proses produksi pada departemen *Woodworking Processing* PT. X termasuk dalam kategori *flowshop* murni. Hal ini dikarenakan kondisi kayu yang ada bisa saja membuat pengolahan papan kayu bisa melompat ke proses selanjutnya. Kondisi kayu yang akan diolah akan dikategorikan sebagai jenis *job* sedangkan untuk setiap proses yang ada akan

dikategorikan sebagai mesin. Urutan pengolahan proses berdasarkan kondisi kayu dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Job sequencing* per papan kayu

Kondisi kayu	Job	Urutan mesin
Kondisi normal (lebar > 100 mm)	J1	M1, M2, M5, M7, M8
Kondisi normal (lebar < 100 mm)	J2	M1, M4, M5, M7, M8
Kondisi normal (lebar <100 mm)	J3	M1, M3, M5, M7, M8
Lebar sesuai dengan kebutuhan	J4	M1, M5, M7, M8
Memanfaatkan kondisi lebar sisa dari mesin <i>multitrip</i>	J5	M1, M2, M3, M5, M7, M8
<i>Miss</i> tebal	J6	M1, M4, M5, M6, M7, M8
<i>Miss</i> tebal	J7	M1, M3, M5, M6, M7, M8
<i>Miss</i> tebal	J8	M1, M2, M5, M6, M7, M8
Memanfaatkan kondisi lebar sisa dari <i>multitrip</i> dan <i>miss</i> tebal	J9	M1, M2, M3, M5, M6, M7, M8

Urutan mesin yang ada merupakan urutan proses untuk mengolah setiap kondisi kayu yang ada. M1 merupakan proses *grading* lebar dan bentuk. M2 merupakan mesin *multitrip*. M3 merupakan mesin *single rip* 2. M4 merupakan mesin *single rip* 1. M5 merupakan mesin *moulding*. M6 merupakan mesin *double planner*. M7 merupakan proses *grading* cacat dan panjang. M8 merupakan mesin *cutting*.

Dalam 1 kali proses pengerjaan papan kayu di setiap mesin, jumlah kayu yang akan diolah adalah sebanyak 1 palet yang berjumlah lima puluh sampai seratus papan kayu. Hasil *output* dari setiap mesin setelah mengolah 1 palet kayu bisa saja termasuk dalam 2 jenis *job* sekaligus. Contoh pengolahan papan kayu dengan kondisi awalnya memiliki lebar lebih dari 100 mm, yang semula diolah menggunakan mesin 2 (*multitrip*) hasil *outputnya* memiliki kemungkinan antara menghasilkan lebar yang sesuai atau menghasilkan kayu dengan lebar sisa atau keduanya. Sehingga papan kayu yang semula merupakan *job* 1 setelah melewati mesin 2 bisa saja berubah menjadi *job* yang lain sehingga akan melewati mesin lain. Oleh karena itu diperlukan penentuan prioritas pengolahan kondisi kayu pada mesin selanjutnya.

### Penjadwalan Metode Palmer

Perhitungan metode palmer dilakukan berdasarkan urutan *job* berdasarkan nilai *slope* indeks. Proses pengurutan *job* akan didasarkan dengan nilai *slope* indeks yang paling besar. Perhitungan nilai *slope*

indeks akan menggunakan persamaan 6. Nilai *slope* indeks pada setiap *job* dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** *Slope indeks* setiap *job* per papan kayu

<i>Job</i>	<i>Slope Indeks</i>
1	12,12
2	147,72
3	113,71
4	173,33
5	-47,50
6	224,72
7	190,71
8	89,12
9	29,50

Berdasarkan *slope* indeks yang didapatkan maka urutan *job* yang dibuat akan diurutkan dari nilai *slope* indeks yang paling besar ke nilai *slope* indeks yang paling kecil. Urutan *job* yang didapatkan berdasarkan pengurutan nilai *slope* indeks terbesar adalah J6, J7, J4, J2, J3, J8, J9, J1, J5. Setelah mengetahui urutan pengerjaan *job* maka selanjutnya adalah menghitung nilai *makespan* dari urutan tersebut. Nilai *makespan* yang didapat berdasarkan urutan *job* tersebut adalah sebesar 319,38 detik.

### Penjadwalan Metode CDS

Tahap pertama dari proses penjadwalan produksi dengan menggunakan metode CDS adalah dengan menentukan jumlah iterasi terlebih dahulu. Jumlah mesin yang ada berjumlah delapan sehingga jumlah iterasi yang diperlukan adalah tujuh iterasi. Jumlah tujuh iterasi yang didapatkan dari jumlah mesin yang ada yaitu delapan dikurangi satu sehingga jumlah iterasi yang digunakan adalah tujuh iterasi. Contoh perhitungan penjadwalan dengan metode CDS untuk iterasi satu dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perhitungan iterasi 1 metode CDS

<i>Job</i>	M1 (detik)	M2 (detik)
1	11,05	15,82
2	11,05	15,82
3	11,05	15,82
4	11,05	15,82
5	11,05	15,82
6	11,05	15,82
7	11,05	15,82
8	11,05	15,82
9	11,05	15,82

Perhitungan metode CDS pada iterasi 1 di M1 akan menggunakan data waktu baku pada mesin 1 dan M2 akan menggunakan data waktu baku pada mesin 8. Setelah menentukan perhitungan iterasi maka selanjutnya adalah menentukan urutan *job* apabila waktu *job* pada M1 lebih kecil dari M2 maka *job* tersebut akan masuk dalam kategori M1 dan apabila

waktu *job* pada M1 lebih besar dari M2 maka *job* akan masuk dalam kategori M2. Urutan *job* pada M1 akan diurutkan berdasarkan waktu yang terkecil hingga yang terbesar sedangkan urutan *job* pada M2 akan diurutkan berdasarkan waktu yang terbesar. Urutan akhir adalah mengurutkan semua *job* pada M1 terlebih dahulu kemudian dilanjutkan *job* pada M2. Dikarenakan semua waktu pada M1 sama maka urutan *job* akan sangat bervariasi urutannya. Maka dari itu nilai *makespan* yang didapat dari iterasi pertama juga akan bervariasi. Nilai *makespan* yang dipilih adalah nilai *makespan* terkecil dengan urutan *job* yaitu J4, J7, J2, J3, J1, J9, J8, J6, J5 adalah 332,35 detik.

### Perbandingan Penjadwalan Metode Perusahaan dengan Metode Usulan

Metode yang dilakukan oleh perusahaan adalah mengolah komponen yang memiliki kondisi normal terlebih dahulu setelah itu mengolah komponen yang memiliki kondisi tidak normal. Berdasarkan perhitungan nilai *makespan* metode yang dilakukan oleh perusahaan masih bisa ditingkatkan lagi dengan metode usulan. Perbandingan metode penjadwalan antara metode perusahaan dan usulan dilakukan dengan menggunakan nilai *makespan* sebagai faktor pembanding. Semakin kecil nilai *makespan* yang dimiliki hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan tersebut lebih baik karena dapat menghasilkan *output* produksi lebih banyak. Berikut adalah perbandingan metode perusahaan dengan metode usulan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perbandingan metode perusahaan dan usulan

Metode	Iterasi	Urutan <i>Job</i>	Nilai <i>makespan</i> (detik)
Perusahaan	-	1,2,3,4,5,6,7,8,9	332,35
Palmer	-	6,7,4,2,3,8,9,1,5	319,38
CDS	1	4,7,2,3,1,9,8,6,5	304,10
	2	4,3,7,2,6,8,1,9,5	300,28
	3	4,6,2,7,3,8,9,1,5	306,59
	4	4,3,7,2,6,8,1,9,5	300,28
	5	4,3,7,6,2,8,9,1,5	300,32
	6	4,3,2,7,6,9,8,5,1	304,15
	7	4,3,2,1,7,6,5,8,9	304,07

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *makespan* antara metode perusahaan, metode palmer, dan metode CDS dapat dilihat bahwa metode usulan yaitu metode CDS memiliki nilai *makespan* yang lebih baik daripada metode perusahaan dan metode palmer. Nilai *makespan* dari metode CDS adalah 300,28 detik yang lebih kecil dari nilai *makespan* perusahaan yaitu 332,35 detik. Selisih nilai *makespan* antara metode CDS dan metode perusahaan adalah sebesar 32,07 detik per papan kayu.

## Simpulan

PT. X menerapkan sistem produksi *make to order*, sehingga diperlukan perhitungan waktu baku untuk setiap proses supaya dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *output* produksi dan penjadwalan proses produksi. Perhitungan data waktu baku dilakukan dengan mengumpulkan data waktu dari setiap proses yang ada. Data-data yang telah didapatkan harus melewati beberapa pengujian terlebih dahulu. Data yang telah lulus tiga uji akan diolah dengan menambahkan *performance rating* dan *allowance* untuk setiap proses. Permasalahan yang terjadi di PT. X adalah tidak adanya sistem penjadwalan atau penentuan prioritas pengolahan kayu untuk menentukan urutan pengerjaan kondisi kayu yang ada sehingga mempengaruhi hasil *output* produksi. Cara untuk meningkatkan hasil *output* produksi perusahaan dengan menurunkan waktu proses dengan metode penjadwalan.

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode penjadwalan CDS nilai *makespan* pada iterasi dua dan iterasi empat bisa menjadi lebih kecil apabila dibandingkan dengan metode perusahaan yang ada dengan selisih nilai *makespan* yang ada adalah sebesar 32,07 detik per papan kayu sehingga untuk 1 *batch* pekerjaan yang terdiri dari 50 sampai 100 papan kayu perusahaan akan menghemat 1603 sampai 3207 detik atau 26,72 sampai 53,45 menit.

## Daftar Pustaka

1. Purnomo, H., *Pengantar Teknik Industri*, Graha Ilmu, 2003.
2. Wignjosoebroto, S., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*, 1<sup>st</sup> ed., Guna Widya, 2008.
3. Masrurroh, N., Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Ampbell Dudeck Smith, Palmer, dan Dannebering di PT. Loka Refraktoris Surabaya, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 3(2), 2008, pp. 158-171.