

Penjadwalan *Jobshop* di CV. Sinar Indah Teknik

Felicia Anggun Kusuma¹, Tanti Octavia²

Abstract: CV. Sinar Indah Teknik is a service company that receives orders based of plates and hollow pipes in a variety product forms. Acceptance of the orders makes frequent delays in the company. This is caused by the absence of proper shceduling system because the company does not know how much time will take to make one product with a specific type. Products that made from a plat and hollow pipe can be classified into eight types of products. Based on these types of product, there are 14 processes with 34 work elements to make the iron products. The process of data collection is done using the Stopwatch Time Study. Time data obtained and calculated into standard data. Those standard data will be used in job shop scheduling scheme using *CDS* methods. The results of *CDS* methods in scheduling can minimize the number of tardy job.

Keywords: Standart Time, Scheduling, *Campbell* Methods, Number of Tardy Job

Pendahuluan

CV. Sinar Indah Teknik merupakan perusahaan jasa yang bergerak di bidang pembuatan produk berbahan dasar besi. Perusahaan ini berlokasi di Pasuruan dan telah berdiri sejak tahun 2000. Produk yang dihasilkan CV. Sinar Indah Teknik beragam, seperti siku, engsel, meja, kursi dan sebagainya. Bahan baku yang digunakan adalah plat besi dan pipa *hollow*.

Perusahaan menerima pesanan dari dalam negeri dan luar negeri. Perusahaan merespon permintaan konsumen dengan strategi *job order* dimana produk diproduksi berdasarkan pesanan konsumen. Perusahaan ini menerima pesanan dengan beragam bentuk produk dengan alur produksi serupa atau *job shop*. Sistem produksi dalam perusahaan dikelompokkan dalam beberapa kelompok pekerja berdasarkan spesialisasi masing-masing operator dan perusahaan memiliki beberapa mesin untuk masing-masing proses.

Prioritas produksi perusahaan adalah *earliest due date*, yaitu *job* dengan batas waktu terpendek merupakan prioritas utama. Prioritas tersebut dipilih untuk dapat memenuhi permintaan konsumen sesuai dengan batas waktu yang ditentukan tetapi masalah keterlambatan pengiriman produk justru sering terjadi.

Permasalahan keterlambatan pengiriman produk ke konsumen terjadi akibat proses produksi yang tidak terjadwal dengan baik. Penjadwalan produksi di perusahaan tidak terstruktur karena sistemnya masih berjalan manual dan tidak memiliki operator khusus untuk mengatur penjadwalan produksi perusahaan. Sistem penjadwalan perusahaan saat ini sepenuhnya dipercayakan kepada kepala produksi di masing-masing kelompok produksi. Kepala produksi pada masing-masing kelompok juga turut menjadi operator produksi sehingga seringkali melupakan *due date* produk yang seharusnya dipenuhi tepat waktu. Hal ini menyebabkan proses produksi sering mengalami keterlambatan.

Hasil pengolahan data keterlambatan produk ke konsumen pada bulan November 2015 hingga pertengahan bulan Desember 2015 menunjukkan rata-rata keterlambatan sebesar 53,8% dari total jumlah *order*. Rata-rata durasi keterlambatan sebesar 10,4 hari. *Range* keterlambatan yang terjadi di CV Sinar Indah Teknik adalah dua hingga tiga puluh hari. Angka tersebut terbilang besar dan dapat mempengaruhi kepuasan konsumen terhadap perusahaan. Keterlambatan yang berlangsung jangka panjang akan berdampak pada kepercayaan konsumen terhadap perusahaan dan mengurangi *order* perusahaan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan merancang sistem penjadwalan *flow shop* yang sesuai dengan kondisi perusahaan untuk mengurangi *number of tardy job*.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: felicia.anggun@gmail.com, tanti@peter.petra.ac.id

Metode Penelitian

Time Study

Time study adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh operator dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 1993). *Time study* berhubungan erat dengan perhitungan waktu baku. Sasaran pokok dari studi ini adalah mencari, mengembangkan, dan menerapkan suatu metode kerja yang lebih efektif dan efisien. Pengukuran waktu kerja dapat diukur secara langsung dan tidak langsung.

Indirect Time Study

Indirect time study merupakan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Pengukuran waktu dalam *indirect time study* dilakukan dengan mengukur waktu baku pada aktivitas produksi secara detail sebanyak satu kali. Data waktu yang didapat kemudian dicatat, dihitung, dan disimpan dalam sebuah *standard data file*. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dapat diukur dengan menggunakan metode *time study standard data* dan *predetermined time system* (Wignjosoebroto, 1993).

Elemen-Elemen Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja disusun oleh beberapa elemen dalam prosesnya. Pengujian data waktu merupakan elemen penting dari pengukuran waktu kerja yang meliputi uji normalitas, uji keseragaman, dan uji kecukupan data. Perhitungan waktu siklus, *performane rating*, waktu normal, dan *allowance* juga merupakan elemen untuk menentukan waktu baku dari sebuah aktivitas produksi. Elemen-elemen tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Uji Normalitas
Uji normalitas dilakukan untuk menguji kenormalan data hasil pengukuran waktu. Pengujian normalitas data dapat menggunakan *software* Minitab dengan metode *Kolmogorov-Smirnov*
- Uji Keseragaman
Uji keseragaman bertujuan untuk menguji dan memastikan bahwa data pengukuran waktu tersebut telah seragam. Data dikatakan seragam bila tidak melebihi batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.
- Uji Kecukupan Data
Uji kecukupan data bertujuan untuk menentukan jumlah data yang diambil cukup atau tidak, pengujian ini mempertimbangkan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian.

- Waktu Siklus
Waktu siklus adalah waktu pengukuran sebenarnya terhadap operator dalam menyelesaikan setiap elemen kerjanya.
- *Performance Rating*
Performance rating adalah sebuah aktivitas untuk melakukan penilaian kinerja atau performa operator (Reksohadiprodjo, 1992).
- Waktu Normal
Waktu normal adalah waktu yang diperlukan oleh operator yang telah terlatih dan memiliki kemampuan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dibawah kondisi dan tempo kerja normal (Wignjosoebroto, 2003).
- *Allowance*
Allowance atau kelonggaran disebabkan oleh kelelahan operator ketika bekerja.
- Waktu Baku
Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh operator dengan kemampuan rata-rata dalam menyelesaikan sebuah proses produksi. Data waktu terbaik yang didapatkan adalah waktu yang mampu mengondisikan waktu yang sebenarnya.

Penjadwalan

Penjadwalan adalah proses pengambilan keputusan yang melibatkan beragam sumber daya yang tersedia secara terbatas untuk menyelesaikan sekumpulan *job* dalam jangka waktu tertentu (Pinedo, 2002). Penjadwalan berfungsi sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Baker, 2009). Penjadwalan dapat menciptakan sistem yang dinamis dalam penyesuaian antara aktivitas dan sumber daya dalam menyelesaikan suatu *job* (Morton & Petinco, 1993).

Tujuan dari penjadwalan adalah untuk meminimalkan waktu penyelesaian *job* dan meminimalkan *job* selesai melebihi batas waktu. Penjadwalan juga membantu dalam meningkatkan efisiensi dan kontrol dalam sebuah proses produksi. Penjadwalan pada sistem produksi membantu meningkatkan penggunaan sumber daya yang ada sehingga waktu proses berkurang dan produktivitas meningkat (Pinedo, 2002).

Penjadwalan Job Shop

Penjadwalan *job shop* merupakan suatu pergerakan unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk (Baker, 1974). Permasalahan kristis dalam *job shop* adalah pengelompokkan *job* yang dibutuhkan dalam

stasiun kerja sehingga dicapai suatu kondisi yang seimbang pada *output* produksi. Ketidakseimbangan lintasan dapat menghasilkan aliran yang tidak teratur dan rendahnya utilisasi kapasitas yang disebabkan turunnya kecepatan aliran pada stasiun kerja penyebab *bottleneck*.

Minimasi Number of Tardy Job dalam Jobshop

Number of Tardy job adalah jumlah pekerjaan yang terlambat dalam sebuah proses produksi. Penjadwalan *job shop* dalam meminimasi *number of tardy* dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Metode yang dapat digunakan dalam *job shop* dibagi atas teknik penjadwalan optimal dan teknik penjadwalan dengan pendekatan *heuristic*. Teknik penjadwalan yang sedang dikembangkan saat ini adalah pendekatan *heuristic*. Algoritma penjadwalan *heuristic* yang dapat digunakan untuk meminimalkan *number of tardy* salah satunya adalah *CDS*.

Penjadwalan N Jobs M Mesin

Penjadwalan *N jobs M* mesin merupakan sebuah tipe *static shop sequencing* dimana *n job* harus diproses oleh *m* mesin (Pinedo,2002). Pekerjaan-pekerjaan tersebut diproses di awal periode pengerjaannya dan tidak ada pekerjaan-pekerjaan baru yang datang selama periode tersebut. Pekerjaan-pekerjaan tidak boleh saling melewati urutan yang telah ditentukan. Metode *heuristic* yang dikembangkan dalam permasalahan penjadwalan *n jobs m* mesin salah satunya adalah metode algoritma *CDS* (Pinedo,2002).

Hasil dan Pembahasan

CV. Sinar Indah Teknik memproduksi beberapa jenis produk yang berbahan dasar pipa *hollow* dan plat besi. Produk yang dihasilkan beragam yaitu terdapat 72 jenis dan dapat dikelompokkan dalam 8 kelompok produk. Kelompok-kelompok produk tersebut antara lain *pen self*, kaki meja, pragu, *decor metal*, *CT*, *adler*, *loft*, dan *kenfill*. Pengelompokkan produk dibedakan berdasarkan jenis dan proses pembuatan yang sama. Pengelompokkan jenis proses dan departemen dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Pengelompokkan Jenis Proses dan Departemen

Proses	Jenis Proses
Potong Pipa	<i>Sub Assembly</i>
Potong Plat	<i>Sub Assembly</i>
Lubang Plat	<i>Sub Assembly</i>
Lubang Pipa	<i>Sub Assembly</i>
Perseng	<i>Sub Assembly</i>
Tekuk Kecil	<i>Sub Assembly</i>
Tekuk Besar	<i>Sub Assembly</i>
Garis Las	<i>Sub Assembly</i>
Potong Plat	<i>Sub Material</i>
Lubang Plat	<i>Sub Material</i>
Pipa Kecil	<i>Sub Material</i>
Keling	<i>Assembly</i>
Las	<i>Assembly</i>
Gerinda	<i>Assembly</i>

Produk-produk besi dikerjakan seluruhnya oleh karyawan perusahaan. Karyawan di perusahaan terbagi menjadi beberapa grup berdasarkan spesifikasi masing-masing group. Proses pengerjaan produk seluruhnya dikerjakan di CV. Sinar Indah Teknik kecuali proses *coating* produk.

Perusahaan memiliki beberapa jenis mesin dalam proses produksinya. Mesin yang dimiliki yaitu mesin potong, mesin plong, mesin bor, mesin tekuk, mesin geraji, mesin las, dan mesin gerinda. Mesin plong yang dimiliki oleh perusahaan digunakan untuk mengeplong plat bentuk, membuat tekukan kecil, melubangi plat, dan pengelingan. Jumlah operator mesin potong plat adalah sebanyak dua orang dan jumlah operator mesin potong pipa adalah satu operator. Operator mesin plong yang bekerja di perusahaan hanya sebanyak delapan orang dengan kemampuan menekuk, melubangi, memotong bentuk, dan mengeling. Operator pada mesin las dan gerinda berjumlah tiga orang, operator pada mesin tekuk, mesin geraji, dan mesin bor berjumlah satu orang.

Data Waktu

Pengambilan data waktu yang dilakukan adalah data waktu proses tiap elemen kerja. Elemen-elemen kerja memiliki data waktunya masing-masing. Pengambilan data dilakukan saat departemen telah menggunakan metode kerja yang standar. Hasil dari pengambilan data waktu elemen kerja merupakan data waktu yang diambil berdasarkan variasi kuantitas komponen.

Pengolahan data waktu baku untuk setiap elemen kerja memerlukan kenormalan data, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data. Tahap perhitungan waktu baku meliputi perhitungan waktu siklus, waktu normal, hingga waktu baku. Data waktu baku tersebut digunakan untuk melakukan penjadwalan produksi.

Proses Penjadwalan

Urutan proses beserta waktu baku yang telah diolah digunakan untuk merancang sistem penjadwalan. Sistem penjadwalan yang dirancang untuk CV. Sinar Indah Teknik bertujuan untuk meminimumkan *number of tardy job* produk sampai ke tangan pelanggan. Sistem penjadwalan yang dirancang menggunakan metode *heuristik* yaitu *CDS*. Proses perancangan sistem penjadwalan membutuhkan beberapa data awal yaitu data *job*, urutan mesin, dan banyaknya order dari masing-masing jenis produk. *Job* dan mesin diberi lambang masing-masing untuk mempermudah dalam proses penjadwalan. Lambang *Job* yang dijadwalkan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lambang *Job*

PRODUK	JOB
CT	J1
PRAGU	J2
KENFILL	J3
ADLER	J4
KAKI MEJA	J5
LOFT	J6
DECOR METAL	J7
PEN SELF	J8

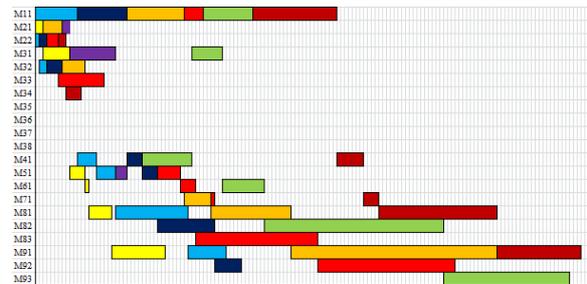
Data urutan mesin, waktu, dan *due date* menjadi acuan dalam proses penjadwalan *CDS*. Metode *CDS* memerlukan beberapa iterasi hingga mendapatkan penjadwalan yang paling optimal. Hasil seluruh iterasi terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Iterasi dengan Metode *CDS*

ITERASI	URUTAN MESIN JOB							
1	J6	J5	J2	J7	J1	J4	J3	J8
2	J6	J5	J4	J3	J2	J7	J1	J8
3	J6	J4	J3	J5	J2	J7	J1	J8
4	J6	J4	J5	J3	J7	J1	J2	J8
5	J6	J4	J3	J7	J5	J1	J2	J8
6	J6	J4	J3	J7	J5	J1	J2	J8
7	J6	J4	J3	J7	J5	J2	J1	J8
8	J6	J7	J5	J2	J1	J4	J3	J8

Hasil iterasi tersebut diolah kembali ke dalam *Gantt Chart* untuk menentukan iterasi paling optimal yaitu dengan waktu proses terpendek. Iterasi-iterasi tersebut membentuk *ganttt chart* masing-masing. *Gantt chart* dengan waktu proses paling optimal terdapat pada Iterasi 7. *Gantt chart* Iterasi 7 terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1. *Gantt Chart* Iterasi 7



Warna pada setiap *bar* menggambarkan *job* yang dijadwalkan. *Gantt chart* tidak dapat secara langsung menampilkan iterasi yang paling optimal sehingga diolah kembali untuk mendapatkan data jumlah *number of tardy job* pada setiap iterasi. Data hasil pengolahan *ganttt chart* penjadwalan *job* iterasi 7 terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengolahan *Gantt Chart*

JOB	DUE DATE	WAKTU PROSES (JAM)	HARI	SELISIH
J1	24	136	22,666667	1,333333
J2	22	111	18,5	3,5
J3	10	52	8,666667	1,333333
J4	10	50	8,333333	1,666667
J5	21	106	17,666667	3,333333
J6	10	36	6	4
J7	22	118	19,666667	2,333333
J8	10	16	2,666667	7,333333
TOTAL				24,833333

Waktu proses yang didapat dari *ganttt chart* memiliki satuan jam. Waktu batas keterlambatan atau *due date* yang digunakan memiliki satuan hari. Perbedaan tersebut menyebabkan waktu proses dalam jam harus diubah menjadi hari sesuai dengan jam kerja karyawan perusahaan.

Hasil perancangan penjadwalan menggunakan metode *CDS* menghasilkan penjadwalan yang baik. Selisih yang terlihat pada Tabel 4 tidak menunjukkan angka negatif. Hal ini menunjukkan tidak ada *job* yang melebihi *due date* pada penjadwalan ini. Iterasi dengan total selisih terbesar menjadi tolak ukur dari keoptimalan iterasi. Iterasi dengan total selisih tertinggi terdapat pada iterasi 7 yaitu dengan total selisih sebesar 24,8 hari atau dibulatkan menjadi 25 hari.

Selisih hari yang sangat banyak ini dapat disebabkan karena pada waktu proses yang digunakan, waktu *set up* mesin diabaikan sehingga memiliki selisih yang signifikan. Penjadwalan *job* pada iterasi 7 memiliki urutan J6,J4,J3,J7,J5,J2,J1,J8.

Simpulan

Penjadwalan dirancang menggunakan metode *CDS* menggunakan data rata-rata *due date* dan jumlah order. Hasil penjadwalan menggunakan metode *CDS* menunjukkan bahwa sebenarnya perusahaan memiliki waktu lebih untuk menyelesaikan pesanan pelanggan. Usulan urutan penjadwalan yang diusulkan dimulai dari proses J6, J4, J3, J7, J5, J2, J1, J8. Keterlambatan disebabkan tidak ada sistem penjadwalan yang berjalan di rantai produksi karena belum memiliki tenaga ahli pada bidang tersebut. Jumlah karyawan dan operator yang terbatas menyebabkan usulan penjadwalan dilakukan secara manual yaitu melalui papan penjadwalan. Kepala departemen diwajibkan untuk mengisi dan memperhatikan *due date* dari proses produksi yang dikerjakan setiap hari yaitu sebelum makan siang dan sebelum pulang.

Perancangan sistem penjadwalan di CV. Sinar Indah Teknik belum maksimal dikarenakan adanya keterbatasan tenaga ahli dan teknologi di perusahaan. Usulan papan penjadwalan diharapkan dapat mengurangi angka keterlambatan karena kepala departemen lebih teliti mengenai *due date* yang ada.

Daftar Pustaka

1. Wignjosoebroto, Sritomo. (1986). *Motion and Time Study* (3rded). Surabaya : Guna Widya.
2. Wignjosoebroto, Sritomo. (1986). *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Waktu Kerja*. Jakarta: Guna Widya.
3. Pinedo, Michael. (2001). *Scheduling : Theory, Algorithms, and Systems* (2nded). United States : Prentice Hall.
4. Conway, Richard W., Maxwell, William L., & Miller, Luois W. (2003). *Theory of Scheduling*. United States : Dover Publication.
5. Baker, Kenneth R. (2009). *Principles of Sequencing and Scheduling*. United States : Wiley.

