

## Review Penerapan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) Pada Jadwal Perawatan Dan Jadwal Produksi

Teuku Anggara<sup>\*1)</sup>, Pratikto<sup>2)</sup>, Achmad As'ad Sonief<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Jl. Mayjen Haryono 167,  
Malang 65145, Indonesia.  
Email: teukuanggara@gmail.com.

### ABSTRAK

Di dalam dunia industri penjadwalan perawatan mesin dan produksi memiliki peranan yang penting sebagai bentuk pengambilan keputusan. Penjadwalan perawatan mesin dan produksi yang paling efektif akan menghasilkan peningkatan total produksi pada sebuah industri. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pola kerja dan penjadwalan perbaikan mesin yang optimal, serta menentukan jadwal operasi mesin sehingga tercapai optimalisasi pada nilai makespan. Nilai makespan yang optimal akan digunakan dalam proses penjadwalan perawatan mesin dan proses produksi. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sangat tepat untuk digunakan dalam penjadwalan yang bersifat *flowshop*. Untuk menentukan urutan kerja mesin dengan iterasi nilai minimal pada penerapan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Dengan demikian akan lebih optimal nantinya pada penyusunan jadwal perawatan mesin yang diharapkan pada penerapan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS).

**Kata kunci:** CDS, Penjadwalan perawatan mesin dan produksi.

### 1. Pendahuluan

Artikel Perindustrian saat ini berkembang sangat pesat dan semakin meningkatnya kemajuan teknologi dan kompleksitas proses manufaktur mengakibatkan terjadinya pergeseran proses produksi dengan mesin atau peralatan produksi lainnya yang memerlukan perhatian lebih pada aspek pemantauan, perawatan, pengendalian mutu dan pengurangan biaya produksi (Lesage & Dehombreux, 2012). Menurut Ben Daya dan Duffuaa (1995), untuk berhasil di lingkungan baru ini mesin dan peralatan harus dalam kondisi operasi yang ideal dan berjalan efektif agar dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Peralatan produksi yang tidak terawat akan cepat mengalami kerusakan dan banyak kerugian lain yang timbul akibat *downtime* serta biaya perbaikan yang lebih besar dibandingkan dengan mengidentifikasi dan memperbaiki kerusakan sedini mungkin. Selain itu, perlu diketahui bahwa sebagian besar peralatan produksi permesinan akan cenderung menghasilkan kualitas yang buruk sebelum benar-benar tidak bisa beroperasi. Sementara itu, kualitas bagi sebagian besar perusahaan merupakan strategi utama yang menjadi kunci kesuksesan untuk bisa tumbuh dan bertahan di arena persaingan industri. Seiring dengan perkembangan industri yang semakin kompetitif, persyaratan pelanggan terhadap tingkat kualitas suatu produk pun semakin tinggi. Perusahaan yang dapat memenuhi tingkat kualitas secara efektif dan efisien, akan memiliki kesempatan lebih tinggi untuk bisa bertahan dalam arena persaingan ini.

Pada umumnya, sistem perawatan dilakukan berbasis prediktif dan *condition based maintenance* dengan menggunakan strategi *loop* tertutup dimana informasi dari peralatan diperoleh dan digunakan dalam membuat keputusan perawatan yang direncanakan. Keputusan perawatan biasanya didasarkan pada penggunaan ambang batas dimana jika tidak tercapai, berarti perawatan itu harus dilakukan (Ben-Daya & Duffuaa, 1995). Pada *condition based maintenance*, informasi kondisi mesin dapat diperoleh dengan menggunakan peralatan teknologi tinggi dan harganya relatif mahal.

Proses produksi pada umumnya terdapat situasi dimana kualitas secara langsung dipengaruhi oleh degradasi sistem produksi itu sendiri (Bouslah et al. 2015). Oleh sebab itu, informasi kualitas dapat dijadikan umpan balik untuk menentukan keputusan perawatan.

Tidak seperti teknik *condition based maintenance*, pada *quality based maintenance* tidak diperlukan teknologi yang mahal dan tinggi untuk akuisisi dan analisis data. Oleh karena itu, *quality based maintenance* dapat dikatakan sebagai modifikasi dari *condition based*

*maintenance*, dimana indentikaasi kerusakan mesin diperoleh berdasarkan informasi dari kualitas produk yang dapat menjadi alternatif yang lebih efektif dan efisien.

Seiring dengan perkembangan industri yang semakin maju, riset operasi semakin banyak diterapkan diberbagai bidang ilmu. Untuk dapat bersaing perusahaan harus memiliki strategi yang tepat yaitu dengan menonjolkan kualitas produk yang dihasilkan atau ketepatan waktu proses penyelesaian. Sering kali terjadi antrian yang panjang dikarenakan tidak tepat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan (*job*). Akibatnya *job* menumpuk sehingga tidak sanggup menerima pesanan yang baru masuk. Agar tidak terjadi antrian yang menumpuk dalam proses produksi, diperlukan suatu sistem yang dapat meminimasi total waktu penyelesaian. Sistem produksi yang sering digunakan dalam penjadwalan yaitu pola alir searah (*flow shop*).

*Flow shop* adalah penjadwalan *job* dengan urutan mesin yang sama tanpa adanya perulangan. Operasi suatu *job* hanya bergerak satu arah, yaitu dari proses awal pada mesin pertama sampai proses akhir pada mesin terakhir. Upaya untuk meminimasi total waktu penyelesaian pada metode yang dikemukakan *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) pada tahun 1965 yang merupakan pengembangan dari *Johnson Rule*. Masing-masing proses mesin harus sesuai *job*. *Johnson Rule* digunakan untuk mencari urutan *job* yang melibatkan 2 grup mesin sebagai alat proses dari pekerjaan yang datang. *Job* yang diproses harus melalui dua grup mesin yaitu mesin 'M1 dan dilanjutkan pada mesin 'M2 sampai selesai. Langkah pertama dalam aturan *Johnson Rule* yaitu memilih waktu proses  $(t_{i,M1}, t_{i,M2})$  minimal, dengan  $t_{i,M1}$  adalah waktu proses *job* *i* pada mesin 1 dan  $t_{i,M2}$  adalah waktu proses *job* *i* pada mesin 2. Langkah kedua tempatkan *job* pada posisi terawal dalam urutan jika waktu proses minimal terdapat pada mesin pertama ( $t_{i,M1}$ ). Tempatkan *job* pada posisi terakhir dalam urutan jika waktu proses minimal terdapat pada mesin kedua ( $t_{i,M2}$ ). Langkah terakhir hilangkan *job* yang sudah dijadwalkan dari daftar *job*. Ulangi langkah 2 dan 3 hingga seluruh *job* telah terjadwalkan. Iterasi pertama Metode CDS yaitu menetapkan waktu proses mesin pertama dan mesin kedua:

$$t_{i,M1} = t_{i,1} \text{ dan } t_{i,M2} = t_{i,m}; i = 1,2, \dots, n \quad (1)$$

Iterasi kedua sampai iterasi *n*, waktu proses ditetapkan dengan rumus sebagai berikut

$$t_{i,M1} = \sum_{j=1}^k t_{i,j} \text{ dan } t_{i,M2} = \sum_{j=m-k+1}^m t_{i,j}; i = 1,2, \dots, n; j = 1,2, \dots, m \quad (2)$$

Keterangan:

- i* : *Job* yang diproses (*i* = 1,2,3,4,5)
- j* : *Mesin* yang digunakan untuk proses *job* *i* (*j* = 1,2,3,4,5)
- t<sub>i</sub>* : Waktu proses *job* *i* (menit)
- 1*M'* : *Mesin* pertama pada perhitungan *Johnson Rule*
- 2*M'* : *Mesin* kedua pada perhitungan *Johnson Rule*
- n* : Jumlah *job* (produk)
- m* : Jumlah mesin (*unit*)
- k* : Iterasi

## 2. Metode

### 2.1. Campbell Dudek and Smith (CDS)

Langkah perhitungan waktu proses minimal dengan *Johnson Rule* & *job* 2 grup mesin dengan grup pertama yaitu menentukan waktu proses mesin pertama dan waktu proses mesin terakhir. Setelah penetapan waktu proses, dilanjutkan dengan mengurutkan *job* yang diproses. Langkah terakhir hitung total waktu penyelesaian dari setiap iterasi dalam proses pengerjaan *job* dan memilih *job* dengan total waktu penyelesaian minimal. Perhitungan metode Palmer dimulai dengan menyusun daftar waktu proses *job* *i* pada mesin ke *j*. Proses selanjutnya menghitung slope indeks *job* *i* dengan cara

mensubstitusikan data waktu proses ke dalam rumus slope indeks. Urutkan nilai *slope indeks* mulai dari nilai maksimal hingga nilai minimal, *job* dengan *slope indeks* maksimal mendapat urutan pengerjaan pertama dalam jadwal dan diakhiri dengan *job* yang memiliki *slope indeks* minimal. Langkah terakhir hitung total waktu penyelesaian dari urutan *job* yang diperoleh berdasarkan pengurutan *slope indeks*.

## 2.2. Optimasi

Untuk mendapatkan nilai yang optimal perlu dilakukan proses pencarian satu atau lebih penyelesaian yang berhubungan dengan nilai-nilai dari satu atau lebih fungsi objektif. Tujuan dari optimasi untuk meningkatkan kinerja mesin produksi sehingga perusahaan dapat memiliki kualitas yang baik dan hasil kerja yang tinggi. Hal tersebut banyak digunakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur.

## 2.3. Output Penjadwalan

Berikut adalah tahapan agar suatu aliran kerja dapat berjalan lancar dengan memperhatikan beberapa tahapan produksi. Sistem pada *output* penjadwalan harus membentuk aktivitas-aktivitas sebagai berikut ;

### 1. Pembebanan (*loading*)

Penugasan *order-order* pada fasilitas-fasilitas, operator-operator, dan peralatan tertentu. Kebutuhan kapasitas untuk *order-order* yang diterima diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia pada saat ini harus sesuai.

### 2. Pengurutan (*sequencing*)

Memprioritaskan proses dan fasilitas dengan banyaknya *job* sesuai dengan *order-order* kerjanya.

### 3. Prioritas *job* (*dispatching*)

Penyeleksian pada sebuah proses mengenai *job-job* yang akan dilakukan.

### 4. Pengendalian kinerja penjadwalan

Dilakukan dengan :

a. Status *order-order* yang harus ditinjau kembali pada saat melalui sistem tertentu.

b. Pengaturan yang tepat pada urutan-urutan *job*.

### 5. Jadwal yang Up to date

Kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas-prioritas sebagai refleksi yang dapat dilakukan.

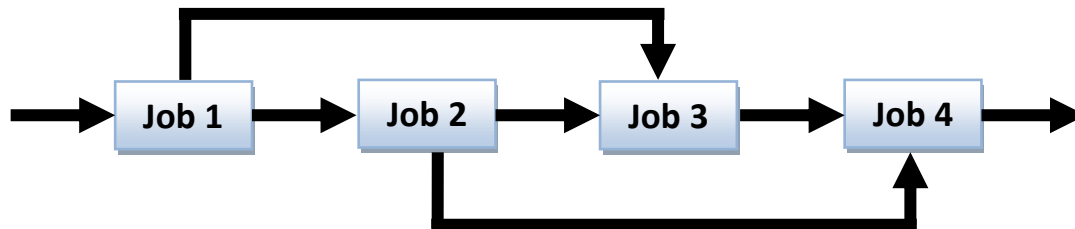
Pada penelitian ini *mereview* beberapa jurnal yang menggunakan kata kunci metode penjadwalan perawatan mesin dengan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS). Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) adalah metode yang biasa dipakai dalam membuat jadwal perawatan dengan menentukan *makespen* terkecil dari jadwal perawatan. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) akan menjadi perbandingan yang baik dengan menggabungkan metode lainnya seperti *Palmer*, *Dennenbring*, *Nawaz Ensore Ham* (NEH) dan masih banyak lagi dengan harus memperhatikan teori (data yang ada) dengan keadaan. Ada banyak penelitian yang melibatkan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) tersebut. Beberapa penelitian dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) pada penelitian ini adalah data dari 5 tahun terakhir yang sudah di cited lebih dari 1 kali dan tentunya dengan penggabungan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan metode lain seperti tersebut diatas sehingga mendapatkan hasil yang lebih optimal.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan ulasan beberapa jurnal yang telah *direview* dengan menggunakan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dapat dilihat bahwa metode-metode yang terdapat di dalam teori penjadwalan perawatan mesin dan penjadwalan produksi memiliki fungsi-fungsi yang berbeda pada penerapannya. Dalam *flow shop* terdapat metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) yang dianggap sebagai metode penjadwalan perawatan mesin dan penjadwalan produksi yang sesuai karena dengan banyaknya unit mesin pada sebuah industri maka harus disesuaikan dengan pemesanan produk dan ketepatan waktu dari pemesanan hingga pengiriman kepada konsumen kembali. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) memiliki *job* yang akan dikerjakan harus

melalui proses masing-masing mesin yang ada. Hal ini dapat diterapkan agar dapat meminimasi waktu produksi yang nantinya akan menghasilkan *output* yang sesuai dengan tujuan analisis dalam pembahasan hasil penelitian ini. [1]

*Job shop* adalah pola alir penjadwalan dari  $N$  *job* melalui  $M$  mesin yang pola alir masih belum terarah. Jadwal pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda ditiap penjadwalan *job shop*-nya disetiap *job*-nya. Aliran kerja *job shop* adalah sebagai berikut:



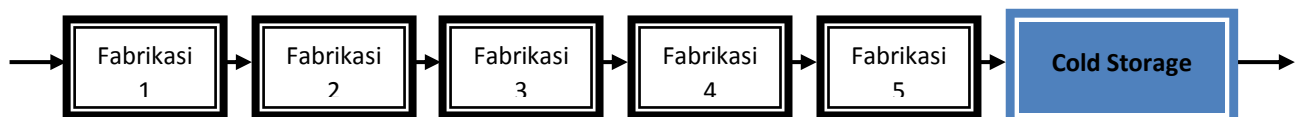
Gambar 3.1 Pola alir kerja *job shop*

Penyebab perbedaan Penjadwalan *job shop* berbeda dengan penjadwalan *flow shop*, dikarenakan oleh (Arman, 1999) :

- Pola aliran yang berbeda melalui pusat kerjanya masing-masing untuk mempermudah penentuan *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak.
- Pada *job shop* peralatan digunakan dapat bersama-sama untuk bermacam-macam *order* dalam prosesnya, sedangkan pada *flow shop* peralatan yang digunakan khusus hanya satu jenis produk saja.
- Penentuan prioritas ditentukan oleh *job-job* yang berbeda pula, ini dapat mengakibatkan *order* kerja yang harus dikerjakan melalui proses pada saat *order* diterima pada suatu pusat kerja. Sedangkan pada *flow shop* keseragaman *output* yang diproduksi untuk persediaan tidak terjadi permasalahan seperti diatas karena pengaruh utama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan adalah prioritas *order* pada *flow shop*.

Pada penjadwalan *job shop*, sebuah operasi dinyatakan sebagai triplet  $(i,j,k)$  yang berarti operasi ke  $j$ , *job* ke- $i$ , membutuhkan mesin ke- $k$ . uksi dengan pola *job shop*. Dalam penjadwalan produksi tipe *job shop* terdapat metode-metode yang dapat digunakan guna menyelesaikan masalah penjadwalan tipe ini ada dua macam yaitu Metode penjadwalan *Active* dan Metode penjadwalan *Non Delay*. [3]

Simulasi pada pola *flowshop* dengan 6 rangkaian mesin atau *flowshop-5 stage*. 6 rangkaian terdiri dari 5 unit fabrikasi dan 1 unit *cold* kapasitas besar yang dapat menampung keseluruhan *job* yang datang dengan catatan waktu sampai hasil akhir produksi tersebut terjual. Perhitungan digunakan hanya melibatkan 5 *stage* fabrikasi, karena pada 5 *stage* awal inilah terjadi keterbatasan mesin dan waktu terhadap kuantitas kedatangan *job*. Penelitian ini mendefinisikan *Job* sebagai jenis permintaan yang datang dan memiliki dimensi bentuk dan ukuran yang berbeda. Gambar 3.2 memperlihatkan aliran bahan hingga menuju *cold storage*. [2]



Gambar 3.2 Sistem Produksi *Flowshop-5-Stage*

#### 4. Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar makalah yang ditinjau tentang penjadwalan perawatan dan produksi banyak menggunakan metode eksisting (yang digunakan saat ini) atau hanya menggunakan *feeling*. Melalui perhitungan dengan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) tentunya akan jauh lebih menguntungkan dengan memperhatikan aspek – aspek

yang harus disesuaikan dengan data, kondisi mesin serta alur proses produksi dengan memperhatikan juga kondisi saat ini. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) banyak digunakan para penuntut ilmu bidang Teknik Mesin terutama penjadwalan perawatan dan produksi, karena penerapannya banyak diperlukan untuk menjadwalkan perawatan sebuah mesin yang mana metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) juga dapat menentukan jadwal produksi pada sebuah industri agar mendapatkan nilai *makespen* terbaik yang tentunya antara jadwal produksi dan jadwal perawatan mesin dapat berjalan beriringan tanpa harus memprioritaskan antara jadwal perawatan dengan proses produksi. Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) sendiri dapat di kombinasikan dengan metode lainya seperti *Palmer*, *Dennenbring*, *Nawaz Ensore Ham* (NEH) dan masih banyak lagi dengan harus memperhatikan teori-teori (data yang ada) dengan keadaan saat ini dan situasi yang tepat.

### **Daftar Pustaka**

Daftar pustaka disusun meurut abjad dan diketik satu spasi.

- Asni Mustika Rani. (2016). Meminimumkan Waktu Produksi Sandal Dengan Penjadwalan Metode CDS (Studi Pada Cv Awmk), Dosen Tetap Program Studi Manajemen FEB Unisba, Bandung.
- Hendy Tannady\*), Steven, Andrew Verrayo Limas. (2015). Solusi Urutan Pengerjaan *Job* Yang Tepat Dengan Metode *Campbell-Dudek-Smith* (CDS) (Studi Kasus : Pabrik Es PT. XYZ, Kabupaten Luwuk, Sulawesi Tengah).
- Nisa Masruroh. (2012). Analisa Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode *Ampbell Dudeck Smith*, *Palmer*, Dan *Dannenbring* Di Pt.Loka Refraktoris Surabaya, Surabaya.
- Roy Khrisman P, Evi Febrianti, Lely Herlin. (2017). Penjadwalan Produksi *Flow Shop* Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *Nawaz Ensore Ham* (NEH), Serang, Banten.
- Risa, Helmi, Marisi Aritonang. (2015). Perbandingan Metode *Campbell Dudek And Smith* (CDS) Dan *Palmer* Dalam Meminimasi Total Waktu Penyelesaian Studi Kasus : Astra Konveksi Pontianak, Pontianak.
- Irwan Adi Saputro, Siti Mundari. (2017).Penjadwalan Mesin Pada Sistem Produksi *Flow Shop* Untuk Meminimalkan Keterlambatan