

## USULAN PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE CAMPBELL DUDEK AND SMITH (STUDI KASUS PADA PT PAN PANEL PALEMBANG)

Yudit Christianta<sup>1</sup>, Theresia Sunarni<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Musi, Palembang  
E-mail : Yudit\_christianta@yahoo.com, nani\_ys@yahoo.com

### ABSTRAK

*PT Pan Panel adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang furniture. Penjadwalan produksi yang diterapkan perusahaan menggunakan sistem produksi First Come First Serve (FCFS). Metode FCFS melakukan pengurutan berdasarkan job yang datang dikerjakan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan waktu penyelesaian seluruh produksi (makespan) menjadi tidak jelas dan memiliki kecenderungan makespan yang lebih panjang. Berdasarkan hal tersebut maka di dalam Tugas Akhir ini diberikan alternatif metode penjadwalan produksi melalui penerapan metode Campbell Dudek and Smith (CDS) untuk meminimumkan makespan.*

*Metode CDS merupakan pengembangan dari algoritma Johnson yang melakukan penjadwalan produksi berdasarkan atas waktu proses terkecil pada  $n$  job dan  $m$  mesin. Penjadwalan dengan metode CDS pada penelitian ini menghasilkan 18 iterasi. Iterasi terbaik terdapat pada  $k = 12, 13, 14$  dan  $15$  dengan urutan penjadwalan produksi 3-5-2-1-4. Nilai makespan yang diperoleh adalah sebesar 261,03 jam. Penjadwalan produksi dengan penerapan metode CDS dapat meminimumkan makespan sebesar 18,05%.*

**Kata kunci:** Penjadwalan produksi, Campbell Dudek and Smith (CDS), Makespan

### 1. PENDAHULUAN

PT Pan Panel Palembang merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *furniture*. Produk yang dibuat oleh PT Pan Panel bermacam-macam, mulai dari lemari 1 pintu, 2 pintu, sampai yang 3 pintu. Produk lain yang dibuat yaitu meja belajar, meja komputer, laci, lemari dapur, serta rak televisi. Pola aliran di PT Pan Panel termasuk *flow shop*, karena pekerjaan yang datang tidak dikerjakan di seluruh mesin, tetapi urutannya memiliki kecenderungan yang sama. Permasalahan yang dihadapi perusahaan selama ini adalah lamanya waktu proses penyelesaian produk yang diperlukan untuk membuat suatu produk. Pengurutan pengerjaan produk di PT Pan Panel berdasarkan sistem produksi *First Come First Serve* (FCFS), produk awal yang dipesan dikerjakan lebih dahulu dibandingkan produk selanjutnya.

Dampak yang langsung terlihat jelas adalah besarnya *makespan* dalam sistem produksi tersebut. Besarnya *makespan* menyebabkan bertambahnya waktu produksi perusahaan, sehingga sisa waktu produksi perusahaan menjadi sedikit untuk memproduksi produk yang lain. Oleh karena itu, peneliti melakukan penjadwalan terhadap produk rutin yang dibuat/regular yang diproduksi oleh PT Pan Panel. Tujuan dilakukan penjadwalan ini adalah untuk meminimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan keseluruhan proses produksi. Adanya proses produksi yang memerlukan waktu siklus yang cukup panjang menyebabkan besarnya nilai *makespan*.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penjadwalan produksi untuk menanggulangi masalah tersebut sehingga tersedia waktu yang lebih panjang untuk memproses produk non rutin lainnya. Peneliti melihat bahwa *makespan* di PT Pan Panel Palembang dapat diperkecil, sehingga menjadi lebih efisien dengan melakukan penjadwalan produksi. Salah satu metode penjadwalan produksi yang dapat meminimasi *makespan* dan menghasilkan solusi yang mendekati optimal adalah metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS). Metode yang sama pernah digunakan untuk melakukan analisa penjadwalan produksi di PT Loka Refraktor Surabaya [6].

Pada penelitian ini membatasi jenis produk yang dibahas, yakni produk LAC 4301, MTB 102, LAJC 4024, MBS 328 dan MRJ 602. Selain itu, mesin yang dibahas merupakan mesin yang digunakan untuk produk-produk tersebut, dan data produksi yang digunakan merupakan data produksi 1 bulan, yaitu pada bulan November 2011. Sedangkan asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah tidak ada perubahan metode kerja selama penelitian dilakukan, tidak ada penambahan dan pengurangan sumber daya selama penelitian dilakukan, tidak terjadi kerusakan mesin selama penelitian dilakukan dan jam kerja yang tersedia pada seluruh mesin adalah sama dan *no preemption*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penjadwalan Produksi

Penjadwalan didefinisikan sebagai pengaturan waktu dari suatu kegiatan yang mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan atau tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi [2]. Penjadwalan selalu berhubungan dengan pengalokasian sumber daya yang ada pada jangka waktu tertentu [5].

Tujuan dari aktivitas penjadwalan produksi adalah sebagai berikut [1]:

1. Meningkatkan penggunaan sumberdaya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang, dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumberdaya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori *Baker* mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi *penalty cost* (biaya kelambatan).
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

Penjadwalan produksi memiliki beberapa fungsi dalam sistem produksi yaitu [4]:

1. *Loading* (pembebanan) bertujuan mengkompromikan antara kebutuhan yang diminta dengan kapasitas untuk mementukan fasilitas, operator dan peralatan.
2. *Sequencing* (penentuan urutan) bertujuan membuat prioritas urutan pengerjaan dalam pemrosesan order-order yang masuk.
3. *Dispathing*, pemberian perintah-perintah kerja ketiap mesin atau fasilitas lainnya.
4. Pengendalian kinerja penjadwalan.
5. *Updating schedule*, pelaksanaan jadwal selalu ada masalah baru yang berbeda dalam proses pembuatan jadwal.

### 2.2 Algoritma Campbell Dudek and Smith (CDS)

Metode yang dikemukakan *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) adalah pengembangan dari aturan yang telah dikemukakan oleh *Jhonson*, yang setiap pekerjaan atau tugas yang akan diselesaikan harus melewati proses pada masing-masing mesin [3]. Penjadwalan yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan harga *makespan* yang terkecil yang merupakan urutan pengerjaan tugas yang paling baik. *Jhonson's rule* adalah suatu aturan meminimumkan *makespan* 2 mesin yang disusun paralel dan saat ini menjadi dasar teori penjadwalan. Permasalahan *Jhonson* diformulasikan dengan *job j* yang diproses pada 2 mesin dengan  $t_{j1}$  adalah waktu proses pada mesin 1 dan  $t_{j2}$  waktu proses pada mesin 2. Secara sistematis permasalahan ini dirumuskan sebagai berikut:

*Job i* mendahului *job j* dalam suatu urutan yang optimum jika  $\text{Min} \{t_{i,1}, t_{j2}\} \leq \{t_{i,2}, t_{j1}\}$ .

Perhitungan metode *Jhonson* dengan algoritma dilakukan dengan tahapan berikut [3]:

1. Tentukanlah nilai  $\{t_{i,1}, t_{i,2}\}$
2. Jika waktu proses minimum terdapat pada mesin pertama (misal  $t_{i,1}$ ), tempatkan *job* tersebut pada awal deret penjadwalan.
3. Bila waktu proses minimum didapat pada mesin kedua (misal  $t_{i,2}$ ),
4. *job* tersebut ditempatkan pada posisi akhir dari deret penjadwalan.
5. Pindahkan *job-job* tersebut dari daftarnya dan susun dalam bentuk deret penjadwalan. Jika masih ada *job* yang tersisa ulangi kembali langkah 1, sebaliknya bila tidak ada lagi *job* yang tersisa berarti penjadwalan sudah selesai.

Pada algoritma *Campbell Dudek and Smith* proses penjadwalan atau penugasan kerja dilakukan berdasarkan atas waktu kerja yang terkecil yang digunakan dalam melakukan produksi. Dalam permasalahan ini, digunakan  $n$  *job* dan  $m$  mesin. Metode algoritma CDS ini adalah metode yang pertama kali ditemukan oleh *Campbell, Dudek and Smith* pada tahun 1965, yang dilakukan untuk pengurutan  $n$  pekerjaan terhadap  $m$  mesin, CDS memutuskan untuk urutan yang pertama  $t_{i,1} = t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2}^* = t_{i,m}$  sebagai waktu proses pada mesin pertama dan mesin terakhir. Untuk urutan yang kedua dirumuskan dengan:

$$t_{i,1}^* = t_{i,1} + t_{i,2} \quad (1)$$

$$t_{i,2}^* = t_{i,m} + t_{i,m-1} \quad (2)$$

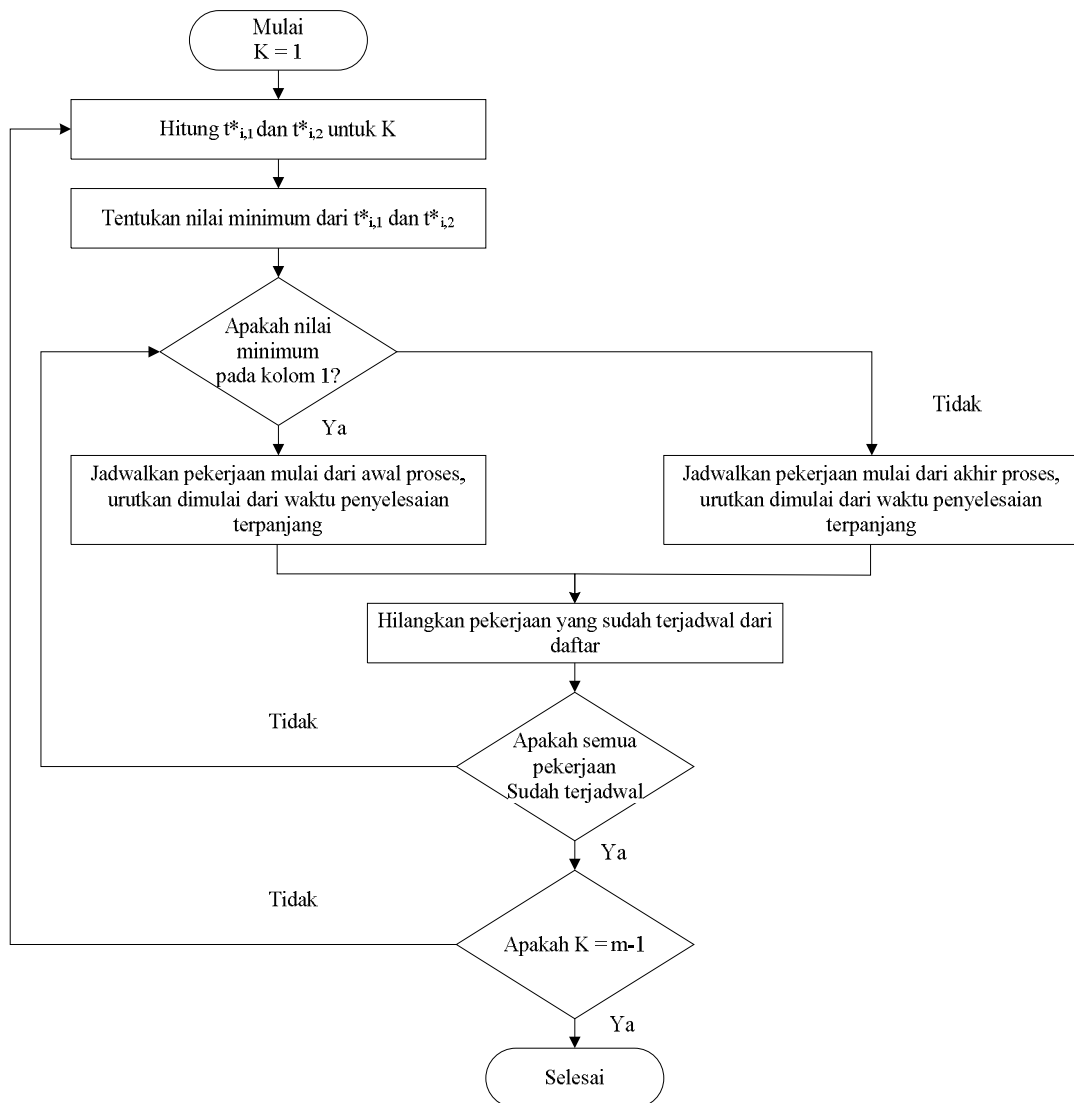
Sebagai waktu proses pada dua mesin pertama dan dua mesin yang terakhir untuk urutan ke- $k$ :

$$t_{i,1}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,k} \quad (3)$$

$$t_{i,2}^* = \sum_{k=1}^k t_{i,m-k+1} \quad (4)$$

Perhitungan metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS) dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut [3]:

1. Ambil urutan pertama ( $k=1$ ). Untuk seluruh tugas yang ada, carilah harga  $t_{i,1}^*$  dan  $t_{i,2}^*$  yang minimum, yang merupakan waktu proses pada mesin pertama dari kedua.
2. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal  $t_{i,1}$ ), selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal bila waktu minimum didapat pada mesin kedua (misal  $t_{i,2}$ ), tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.
3. Pindahkan tugas-tugas tersebut hanya dari daftarnya dan urutkan. Jika masih ada tugas yang tersisa ulangi kembali langkah 1, sebaliknya bila tidak ada lagi tugas yang tersisa, berarti pengurutan telah selesai. *Flowchart* metode *Campbell Dudek and Smith* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Flowchart Metode Campbell Dudek And Smith

### 3. PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN ALGORITMA CDS

Perhitungan metode CDS yang dilakukan dengan menggunakan pengurutan 5 pekerjaan terhadap 19 mesin. Langkah/iterasi pertama ( $K1$ ) yang dilakukan yaitu menentukan  $t_{i,1}^* = t_{i,1}$  dan  $t_{i,2}^* = t_{i,m}^*$ .  $t_i$  yang menunjukkan waktu *job* pada mesin, sedangkan 1 menunjukkan mesin yang mengerjakan *job* tersebut.

Lambang (\*) hanya untuk simbol pembeda antara  $t_{i,1}$  dan hasil dari  $t_{i,1}$ . Nilai  $t_{i,1}$  merupakan seluruh waktu dari mesin 1, sedangkan untuk nilai  $t_{i,2}$  merupakan seluruh waktu dari mesin 2. Hasil tabel untuk nilai  $t_{i,1}$  dan  $t_{i,2}$  dapat dilihat pada tabel

1. Setelah itu, untuk iterasi kedua (K2) digunakan rumus (1) dan (2). Untuk kolom  $t_{i,1}^*$  pada iterasi kedua (K2) merupakan hasil dari penjumlahan waktu mesin 1 dengan waktu mesin 2, sedangkan untuk kolom  $t_{i,2}^*$  merupakan hasil dari penjumlahan waktu mesin 19 dengan waktu mesin 18. Setelah itu, untuk langkah seterusnya sampai selesai dirumuskan dengan rumus (3) dan (4).

Pada iterasi ketiga (K3) untuk kolom  $t_{i,1}^*$  didapat dari penjumlahan waktu mesin 1, 2 dan 3, sedangkan untuk kolom  $t_{i,2}^*$  didapat dari penjumlahan waktu mesin 19, 18, dan 17. Iterasi tersebut dijalankan sampai mengikuti syarat algoritma CDS yaitu  $K = m-1$ , maka iterasinya berhenti pada iterasi ke-18 (K18). Untuk iterasi ke-4 (K4) sampai K18 dihitung menggunakan cara seperti pada iterasi K3 yang dilakukan penjumlahan terus menerus mengikuti algoritma tersebut. Hasil iterasi untuk waktu proses metode CDS dapat dilihat pada Tabel 1.

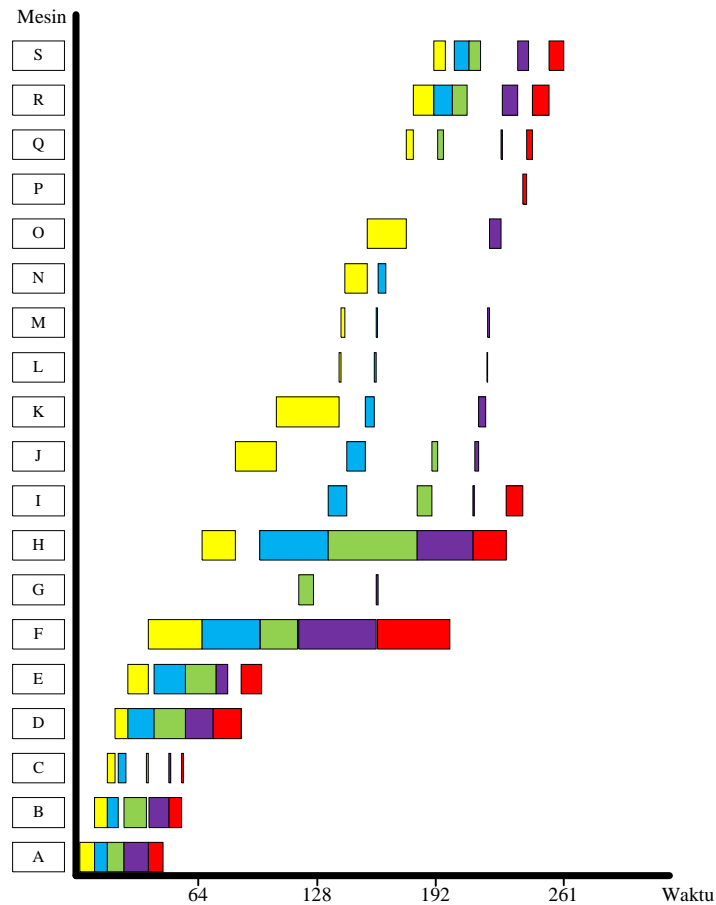
Tabel 1 Hasil iterasi metode Campbell Dudek and Smith

Iterasi		Job				
		1	2	3	4	5
K1	$t_{i,1}^*$	12,62	9,39	8,41	8,11	6,58
	$t_{i,2}^*$	6	6	6	8	8
K2	$t_{i,1}^*$	23,96	21,35	14,97	15,23	12,57
	$t_{i,2}^*$	13,37	14,71	17,42	17,78	18,36
K3	$t_{i,1}^*$	24,27	22,75	19,85	15,93	16,77
	$t_{i,2}^*$	14,35	17,71	20,68	20,73	18,36
K4	$t_{i,1}^*$	38,29	40,58	26,46	30,92	31,1
	$t_{i,2}^*$	14,35	17,71	20,68	22,81	18,36
K5	$t_{i,1}^*$	45,28	55,05	36,92	42,22	47,93
	$t_{i,2}^*$	20,63	17,71	41,61	22,81	18,36
K6	$t_{i,1}^*$	87,01	75,28	66,5	81,43	79,02
	$t_{i,2}^*$	20,63	17,71	54,11	22,81	22,53
K7	$t_{i,1}^*$	87,83	83,24	66,5	81,43	79,02
	$t_{i,2}^*$	21,02	17,71	56,13	22,81	23,16
K8	$t_{i,1}^*$	117,64	130,93	84,43	99,33	115,88
	$t_{i,2}^*$	21,75	17,71	57,56	22,81	24
K9	$t_{i,1}^*$	118,81	139,44	84,43	107,7	126,25
	$t_{i,2}^*$	25,49	17,71	91,13	22,81	28,79
K10	$t_{i,1}^*$	121,22	142,85	106,44	107,7	135,7
	$t_{i,2}^*$	27,9	21,12	113,14	22,81	38,24
K11	$t_{i,1}^*$	124,96	142,85	140,01	107,7	140,49
	$t_{i,2}^*$	29,07	29,63	113,14	31,18	48,61
K12	$t_{i,1}^*$	125,69	142,85	141,44	107,7	141,33
	$t_{i,2}^*$	58,88	77,32	131,07	49,08	85,47
K13	$t_{i,1}^*$	126,08	142,85	143,46	107,7	141,96
	$t_{i,2}^*$	59,7	85,28	131,07	49,08	85,47
K14	$t_{i,1}^*$	126,08	142,85	155,96	107,7	146,13
	$t_{i,2}^*$	101,43	105,51	160,58	88,29	116,56
K15	$t_{i,1}^*$	132,36	142,85	176,89	107,7	146,13
	$t_{i,2}^*$	108,42	119,98	171,11	99,59	133,39
K16	$t_{i,1}^*$	132,36	142,85	176,89	109,78	146,13
	$t_{i,2}^*$	122,44	137,81	177,72	114,58	147,13
K17	$t_{i,1}^*$	133,34	145,85	180,15	112,73	146,13
	$t_{i,2}^*$	122,75	139,21	182,6	115,28	151,92
K18	$t_{i,1}^*$	140,71	154,56	191,57	122,51	156,49
	$t_{i,2}^*$	134,09	151,17	189,16	122,4	157,91

Berikut masing-masing urutan *job* dari hasil iterasi tersebut, selanjutnya dihitung nilai *makespan*-nya. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Gambar 2 ditunjukkan *gantt chart* penjadwalan produksi yang dihasilkan dengan menggunakan metode CDS pada *makespan* terpendek atau minimum.

Tabel 2 Nilai makespan pada setiap iterasi

No	Iterasi					Makespan (Jam)
1	5	4	3	2	1	294,96
2	5	3	4	2	1	282,57
3	4	5	3	2	1	299,42
4	4	3	5	2	1	282,37
5	3	4	1	5	2	292,71
6	3	4	5	1	2	278,48
7	3	5	4	1	2	286,48
8	3	5	4	1	2	286,48
9	3	5	1	4	2	284,04
10	3	5	1	4	2	284,04
11	3	5	4	2	1	271,52
12	3	5	2	1	4	261,03
13	3	5	2	1	4	261,03
14	3	5	2	1	4	261,03
15	3	5	2	1	4	261,03
16	4	5	3	2	1	298,42
17	4	5	3	2	1	298,42
18	5	3	2	1	4	276,7



Gambar 2 Gantt chart penjadwalan produksi dengan metode CDS pada makespan terpendek

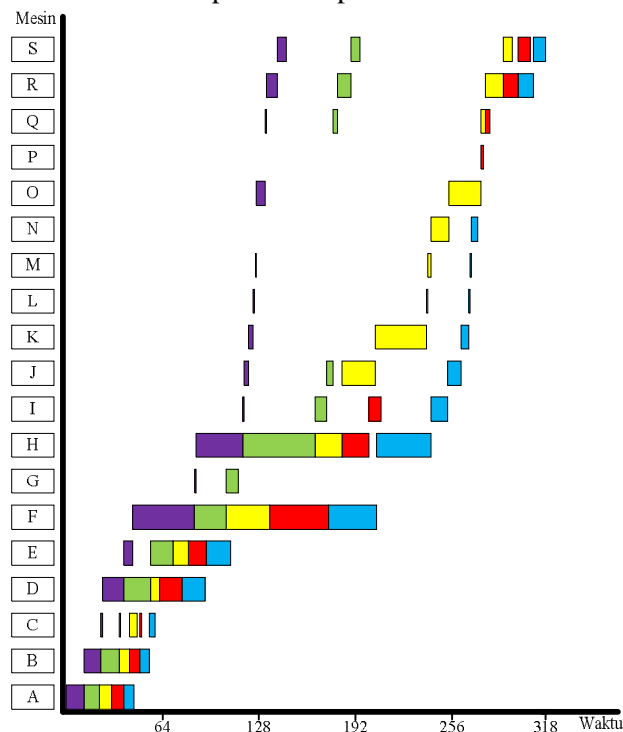
Keterangan :

Job 1 (Produk LAC 4301) berwarna ungu, job 2 (Produk MTB 102) berwarna hijau, job 3 (Produk LAJC 4024) berwarna kuning, job 4 (Produk MBS 328) berwarna merah, dan job 5 (Produk MRJ 602) berwarna biru.

#### 4. PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE YANG DIJALANKAN PERUSAHAAN

Metode penjadwalan produksi yang diterapkan di perusahaan pada saat ini adalah berdasarkan *First Come First Serve* (FCFS). Penjadwalan produksi FCFS melakukan pengurutan proses produksi berdasarkan *job* yang datang

lebih awal akan dikerjakan terlebih dahulu. Hasil urutan produksi dengan metode yang dijalankan perusahaan (FCFS) adalah 1-2-3-4-5. Urutan tersebut memunculkan nilai *makespan* sebesar 318,54 jam. *Gantt chart* penjadwalan produksi dengan metode FCFS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 *Gantt chart* penjadwalan dengan metode FCFS

## 5. PERBANDINGAN PENJADWALAN PRODUKSI METODE CDS DENGAN FCFS.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa urutan produksi dengan metode CDS dan FCFS berbeda, urutan yang dihasilkan dengan metode CDS adalah 3-5-2-1-4, sedangkan urutan dengan metode FCFS adalah 1-2-3-4-5. Hal ini yang menyebabkan nilai *makespan* yang ditimbulkan juga berbeda. *Makespan* yang dihasilkan dengan metode CDS lebih kecil dibandingkan dengan *makespan* yang dihasilkan dengan metode FCFS yang dijalankan perusahaan. Penjadwalan dengan metode CDS menghasilkan *makespan* sebesar 261,03 jam, sedangkan metode FCFS menghasilkan *makespan* sebesar 318,54 jam.

Oleh karena itu, pada penelitian ini metode CDS merupakan metode penjadwalan produksi yang menghasilkan solusi optimum untuk meminimasi *makespan*. Jika dibandingkan dengan metode perusahaan, penerapan metode CDS dalam penjadwalan produksi dapat meminimasi *makespan* sebesar 57,51 jam atau sebesar 18,05%.

## 6. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS) menghasilkan urutan penjadwalan produksi terbaik yaitu 3-5-2-1-4 dengan *makespan* sebesar 261,03 jam. Penjadwalan produksi dengan penerapan metode *Campbell Dudek and Smith* (CDS) dapat meminimasi *makespan* sebesar 57,51 jam atau sebesar 18,05% jika dibandingkan dengan menggunakan metode FCFS yang dijalankan perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bedworth, David D and Bailey, James E. 1987. *Integrated Production Control System*, John Wiley & Sons, Inc. Canada
- [2] Baker, Kenneth R. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*, John Wiley & Sons, Inc. Canada
- [3] Ginting, R. 2009. *Penjadwalan Mesin*. Edisi Pertama, Yogyakarta; Graha Ilmu.
- [4] Morton, Thomas E. & Pentico, David W. 1993. *Heuristic Scheduling Systems*, Canada, John Wiley & Sonc, Inc.
- [5] Pinedo, Michael. 2002. *Scheduling (Theory, Algorithms, and Systems)*. second edition. Prentice Hall. New Jersey.
- [6] Masruroh, Nisa. *Analisa Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Metode Campbell Dudek and Smith, Palmer, dan Dannebring di PT Loka Refraktor Surabaya*. FTI-UPN Jakarta Timur, Surabaya.