

**PENJADWALAN KERJA DENGAN METODE ALGORITMA ACTIVE
SCHEDULE DAN HEURISTIC SCHEDULE
UNTUK MINIMISASI WAKTU PENYELESAIAN
(Studi Kasus di PT. InTAC Brass Indonesia)**

**Wiwiek Fatmawati, Irwan Sukendar, Priswanto Suryo Suprobo
Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 Semarang 50012
wiwiekf@yahoo.com**

Abstrak

Waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian suatu pekerjaan memegang peranan penting dalam suatu perusahaan, karena ketepatan waktu yang berkaitan dengan pemenuhan pesanan dari konsumen akan berdampak pada kepercayaan konsumen terhadap perusahaan. Oleh karena itu pengoptimalan waktu kerja yang tersedia perlu dilakukan, baik terhadap operator ataupun mesin-mesin produksi. Optimalisasi waktu kerja ini dapat dicapai salah satunya dengan menganalisa penjadwalan kerja mesin-mesin produksi yang digunakan yang dikenal dengan istilah scheduling. Studi kasus penjadwalan kerja pada penelitian ini dilakukan di PT. InTAC Brass Indonesia yang memproduksi produk kerajinan yang terbuat dari kuningan berupa vas bunga, tempat lilin, dupa dan bel. Penjadwalan active schedule merupakan bentuk sub kelas dari semi-active schedule yaitu penjadwalan yang memastikan bahwa tidak ada operasi yang dapat dimulai lebih awal tanpa menunda operasi yang lain. Sedangkan penjadwalan dengan metode heuristic lebih diprioritaskan untuk memilih operasi yang dikerjakan terlebih dahulu dengan aturan "most work remaining". Dari hasil perhitungan diperoleh penjadwalan awal yang dilakukan perusahaan menghasilkan waktu penyelesaian pekerjaan sebesar 2465,54 detik atau 41,03 menit. Sedangkan penjadwalan yang dilakukan dengan menggunakan metoda active schedule menghasilkan waktu penyelesaian produk sebesar 1561,5 detik atau 26,06 menit dan penjadwalan dengan metode heuristic menghasilkan waktu penyelesaian sebesar 1671,04 detik atau 27,85 menit. Algoritma active schedule menghasilkan waktu penyelesaian yang lebih baik dengan tingkat efisiensi waktu sebesar 63,43%.

Kata Kunci : penjadwalan kerja, active schedule, heuristic schedule

1. Pendahuluan

Penjadwalan oleh Reksohadiprojo, 1994, didefinisikan sebagai suatu proses yang dinamis yang merupakan bagian dari fungsi pengawasan produksi yang menentukan waktu kapan setiap kegiatan harus dilaksanakan pada mesin tertentu agar waktu pengiriman produk dapat terpenuhi. Sedangkan Hantoro, 1993, mendefinisikan penjadwalan sebagai pengurutan proses produksi yang sistematis, sehingga urutan proses dapat berjalan dengan lancar dengan memanfaatkan semua fasilitas yang ada dalam perusahaan. Kenneth. R. Baker menyatakan bahwa penjadwalan adalah suatu proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan job dalam jangka waktu tertentu. Dalam definisi tersebut terdapat dua pengertian yaitu penjadwalan sebagai suatu fungsi pengambilan keputusan yang berkaitan dengan penentuan proses yang akan dijadwalkan dan penjadwalan sebagai teori dengan prinsip, model teknik dan logika kesimpulan yang dapat membuktikan secara jelas kedalaman fungsi dari penjadwalan itu sendiri.

PT. InTAC Brass Indonesia merupakan perusahaan pengecoran logam untuk produk rumah tangga dan dekorasi yang berlokasi di Jalan Raya Semarang – Kendal Km. 12. Pada penelitian ini penjadwalan yang dianalisa adalah penjadwalan pada proses produksi vas bunga, tempat lilin, dupa dan bel yang terbuat dari kuningan. Model penjadwalan yang digunakan adalah algoritma active schedule dan heuristic schedule dengan kriteria minimisasi waktu penyelesaian yang dilakukan oleh departemen finishing di PT. InTAC Brass Indonesia, yang kemudian hasil perhitungan yang diperoleh akan dibandingkan untuk memperoleh penjadwalan kerja yang paling optimal.

2. Penjadwalan Produksi

Perencanaan produksi pada dasarnya ditentukan setelah diketahuinya permintaan produk yang akan dihasilkan. Dalam sistem produksi yang bersifat *job order* besarnya jumlah produk yang akan diproduksi tergantung pada pesanan atau perkiraan kebutuhan konsumen yang bersifat probabilistik. Sehingga perencanaan produksi yang dilakukan harus tepat karena dalam pelaksanaannya akan melibatkan secara langsung kebutuhan akan tenaga kerja, jam kerja, material, mesin dan fasilitas produksi yang lain. Selanjutnya dilakukan perencanaan untuk penjadwalan produksi, dimana akan ditentukan penugasan untuk mesin-mesin dan fasilitas produksi lainnya. Penjadwalan dilakukan bila terdapat antrian atau banyak pekerjaan yang menunggu untuk dilakukan, sehingga perlu dilakukan pengaturan pekerjaan mana yang sebaiknya didahulukan pengerjaannya. Penjadwalan pada suatu proses produksi dilakukan secara sistematis sehingga urutan proses produksi dapat berjalan dengan lancar dengan mengoptimalkan fasilitas produksi yang tersedia.

Tujuan dari penjadwalan produksi adalah untuk memenuhi waktu pengiriman, meminimisasi lead time dan mengoptimalkan sumber-sumber produksi yang digunakan. Beberapa tujuan dari penjadwalan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu pemrosesan dapat berkurang dan produktivitas diharapkan akan meningkat.
- Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya masih mengerjakan tugas lain.
- Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga meminimasi biaya penalti.
- Membantu menambil keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang tinggi dapat dihindari

Kriteria Performansi Penjadwalan

Reinder dan Heizer, 2001 menyatakan bahwa teknik penjadwalan yang baik tergantung pada volume pesanan, ciri operasi dan kompleksitas pekerjaan, dengan memperhatikan empat kriteria penjadwalan yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja penjadwalan, yaitu:

- Meminimalkan waktu penyelesaian pekerjaan, yang dinilai dari rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
- Memaksimalkan utilitas, yang dinilai dari prosentase waktu utilitas itu digunakan.
- Meminimalkan persediaan barang dalam proses, yang dinilai dengan menentukan rata-rata jumlah pekerjaan dalam sistem. Semakin tinggi jumlah pekerjaan yang akan dilakukan maka tingkat persediaan barang dalam proses juga tinggi dan berlaku sebaliknya.
- Meminimalkan waktu tunggu pelanggan, yang dinilai dari rata-rata jumlah keterlambatan yang terjadi.

3. Metode Penjadwalan Heuristik

Metode heuristik tidak dapat menghasilkan penjadwalan yang benar-benar optimal meskipun solusi yang dihasilkan cukup baik dan mendekati optimal. Salah satu metode heuristik yang cukup dikenal adalah priority dispatching yang berprinsip pada pembuatan jadwal secara parsial (terpisah) dan terdiri atas dua macam algoritma yaitu algoritma untuk pembuatan jadwal aktif (*active schedule generation*) dan pembuatan jadwal non delay (*non delay schedule*). Kedua algoritma ini kemudian dikembangkan menjadi algoritma *heuristic schedule generation*. Kedua metode tersebut memiliki langkah-langkah prosedur yang sama, tetapi pada langkah ke-3 harus ditiadakan aturan prioritas yang akan digunakan. Pada penelitian ini digunakan aturan MWKR (*Most Work Remaining*), dimana prioritas tertinggi diberikan kepada operasi dari suatu job yang mempunyai sisa waktu proses terlama, dengan demikian waktu proses akan mempengaruhi urutan pekerjaan.

Notasi-notasi yang digunakan dalam prosedur penjadwalan adalah sebagai berikut:

PS_t : jadwal parsial yang mengandung sejumlah t operasi yang telah dijadwalkan.

S_t : kumpulan operasi-operasi yang siap dijadwalkan pada stage ke- t .

C_j : saat paling awal operasi $j = St$ dapat diselesaikan ($r_j = C_j + t_{ij}$)

t_{ij} : waktu proses pekerjaan i pada operasi j .

4. Data dan Analisa

Penelitian dilakukan pada PT. InTAC Brass Indonesia yang memproduksi barang-barang kerajinan dari kuningan. Pada penelitian ini penjadwalan pekerjaan dibatasi pada pekerjaan finishing yang dilakukan dalam menyelesaikan pekerjaan untuk 4 job yaitu :

Job 1 : Tempat Lilin Job 3 : Dupa

Job 2 : Vas Bunga Job 4 : Bel

Penyelesaian pekerjaan dilakukan menggunakan 4 mesin, yaitu :

Mesin A : Mesin Bubut

Mesin B : Mesin Bubut Tangan

Mesin C : Mesin Gerinda

Mesin D : Mesin Las

Data urutan pekerjaan penyelesaian untuk masing-masing job dapat dilihat pada Tabel 1 dan data waktu proses untuk masing-masing operasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data urutan pekerjaan

		Routing Mesin			
		Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3	Operasi 4
JOB	1	A	B	C	-
	2	A	B	C	-
	3	B	C	-	-
	4	B	A	D	C

Tabel 2. Data waktu penyelesaian pekerjaan per produk

		Waktu Proses (detik)			
		Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3	Operasi 4
JOB	1	213,4	388,6	55,5	-
	2	308,3	440,1	53,7	-
	3	306,2	52,9	-	-
	4	282,9	143,4	76,5	54,04

Sedangkan data waktu penyelesaian untuk keseluruhan produk pesenana sebanyak 300 pieces produk dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data waktu penyelesaian pesanan

		Waktu Proses (detik)			
		Operasi 1	Operasi 2	Operasi 3	Operasi 4
JOB	1	1065	1943	277,5	-
	2	1541,5	2200,5	268,5	-
	3	1981	264,5	-	-
	4	1414,5	717	382,5	270,2

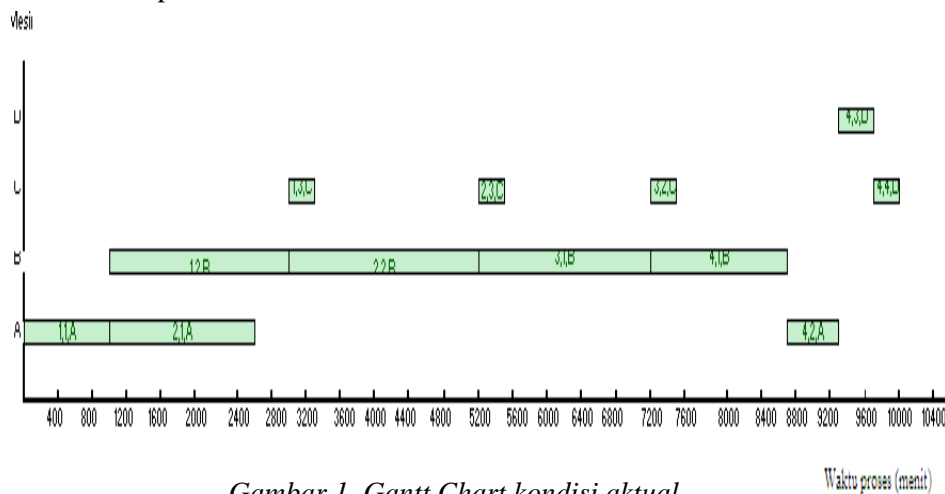
4.1. Penjadwalan Mesin Kondisi Aktual

Kondisi aktual di PT. InTAC BRASS INDONESIA penjadwalan pekerjaan yang diterapkan adalah dengan mengurutkan pekerjaan berdasarkan aliran kerja yang umumnya dilakukan dalam arti dikerjakan menurut kebiasaan tanpa menggunakan prioritas waktu dalam menjadwalkannya. Dalam hal ini pesanan yang datang lebih dahulu atau pesanan dengan jumlah terbesar dikerjakan lebih dulu. Tabel Penjadwalan kerja kondisi aktual dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penjadwalan Mesin Kondisi Aktual

Mesin	Pengurutan job			
A	1,1,A	2,1,A	4,2,A	-
B	1,2,B	2,2,B	3,1,B	4,1,B
C	1,3,C	2,3,C	3,2,C	4,4,C
D	4,3,D	-	-	-

Pada kondisi aktual penjadwalan mesin yang dilakukan PT. InTAC BRASS INDONESIA untuk memproduksi keempat jenis produk dengan jumlah pesanan masing-masing sebanyak 300 pieces adalah sebesar 9973,7 menit atau 166,23 jam. Langkah-langkah penjadwalan mesinnya dapat dilihat pada Gantt Chart pada Gambar 1.



Gambar 1. Gantt Chart kondisi aktual

4.2. Penjadwalan Metode Algoritma Active Schedule Generation

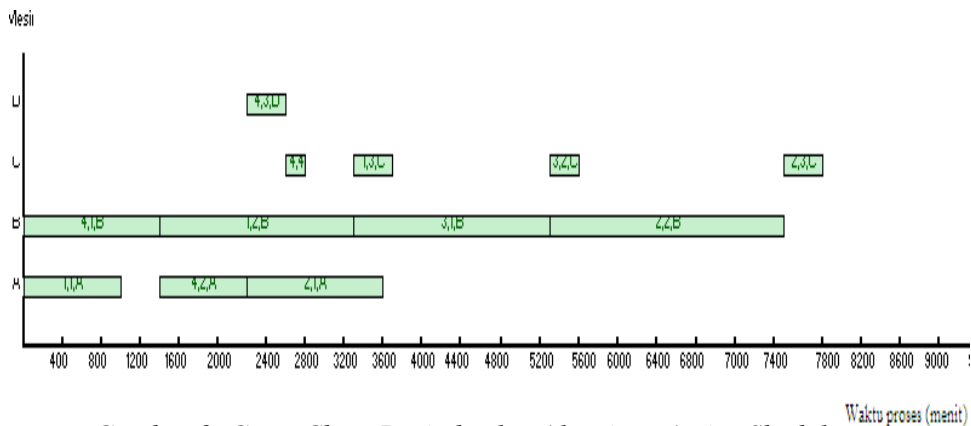
Langkah-langkah dalam penjadwalan dengan menggunakan algoritma Active Schedule adalah sebagai berikut :

- Semua kerjaan dimulai pada $t = 0$, karena belum ada proses yang dijadwalkan.
- Menentukan job, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada PS_t . Pekerjaan yang dijadwalkan adalah $\{(1,1, A), (2,1, A), (3,1, B), (4,1, B)\}$. Dari job yang akan dijadwalkan ditentukan waktu mulai dan waktu proses sehingga diketahui waktu penyelesaiannya.
- Menentukan waktu penyelesaian (r_j) yang paling minimum untuk job yang akan direalisasikan yaitu pada detik ke 213.4.
- Menentukan job yang akan direalisasikan dengan waktu penyelesaian yang paling minimum pada *stage* 1 yaitu job 1 operasi 1 dikerjakan pada mesin A dan dimasukkan dalam PS_t .
- Mengeluarkan job yang telah dijadwalkan dan memasukkan operasi selanjutnya dari job yang sama ke dalam S_t .
- Kembali ke langkah 2 untuk setiap alternatif jadwal parsial PS_t yang dapat dibuat pada langkah ke 3. Lanjutkan proses ini sampai selesai.

Penjadwalan mesin dengan menggunakan metode active schedule menghasilkan waktu penyelesaian produk sebesar 7809,2 menit atau 130,15 jam, dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5 dan urutan pekerjaan pada Gambar 2.

Table 5. Penjadwalan Algoritma Active Schedule

Stage	Mesin (detik)				S _t	C _i (Menit)	t _{ij} (Menit)	r _i (Menit)	r _j [*]	m [*]	PS _t
	A	B	C	D							
0	0	0	0	0	1,1,A	0	1065	1065	1065	A	1,1,A
					2,1,A	0	1541,5	1541,5			
					3,1,B	0	1981	1981			
					4,1,B	0	1414,5	1414,5			
1	1065	0	0	0	1,2,B	1065	1943	3008			4,1,B
					2,1,A	1065	1541,5	2606,5			
					3,1,B	0	1981	1981			
					4,1,B	0	1414,5	1414,5	1414,5	B	
2	1065	1414,5	0	0	1,2,B	1414,5	1943	3357,5			4,2,A
					2,1,A	1065	1541,5	2606,5			
					3,1,B	1414,5	1981	3395,5			
					4,2,A	1414,5	717	2131,5	2131,5	A	
3	2131,5	1414,5	0	0	1,2,B	1414,5	1943	3357,5			D
					2,1,A	2131,5	1541,5	3673			
					3,1,B	1414,5	1981	3395,5			
					4,3,D	2131,5	382,5	2514	2514		
4	2131,5	1414,5	0	2514	1,2,B	1414,5	1943	3357,5			C
					2,1,A	2131,5	1541,5	3673			
					3,1,B	1414,5	1981	3395,5			
					4,4,C	2514	270,2	2784,2	2784,2		
5	2131,5	1414,5	2784,2	2514	1,2,B	1414,5	1943	3357,5	3357,5	B	1,2,B
					2,1,A	2131,5	1541,5	3673			
					3,1,B	1414,5	1981	3395,5			
6	2131,5	3357,5	2784,2	2514	1,3,C	3357,5	277,5	3635	3635	C	1,3,C
					2,1,A	2131,5	1541,5	3673			
					3,1,B	3357,5	1981	5338,5			
7	2131,5	3357,5	3635	2514	2,1,A	2131,5	1541,5	3673	3673	A	2,1,A
					3,1,B	3357,5	1981	5338,5			
8	3673	3357,5	3635	2514	2,2,B	3673	2200,5	5873,5			B
					3,1,B	3357,5	1981	5338,5	5338,5		3,1,B
9	3673	5338,5	3635	2514	2,2,B	5338,5	2200,5	7539			C
					3,2,C	5338,5	264,5	5603	5603		3,2,C
10	3673	5338,5	5603	2514	2,2,B	5338,5	2200,5	7539	7539	B	2,2,B
11	3673	7539	5603	2514	2,3,C	7539	270,2	7809,2	7809,2	C	2,3,C



Gambar 2. Gantt Chart Penjadwalan Algoritma Active Shedule

Table 6. Penjadwalan Mesin dengan metode Algoritma Active Schedule

Mesin	Pengurutan job			
A	1,1,A	4,2,A	2,1,A	-
B	4,1,B	1,2,B	3,1,B	2,2,B
C	4,4,C	1,3,C	3,2,C	2,3,C
D	4,3,D	-	-	-

4.3. Penjadwalan Metode Heuristic Generation

Langkah-langkah dalam penjadwalan dengan menggunakan algoritma Active Schedule adalah sebagai berikut :

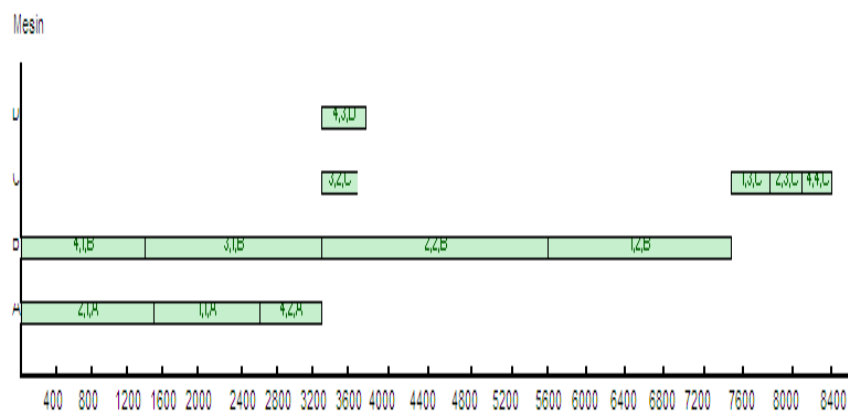
- Semua pekerjaan dimulai pada $t = 0$, karena belum ada proses yang dijadwalkan.
- Menentukan job, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada PS_t . Yang dijadwalkan adalah $\{(1,1, A), (2,1, A), (3,1, B), (4,1, B)\}$ Dari job yang akan dijadwalkan ditentukan waktu mulai dan waktu proses sehingga diketahui waktu penyelesaiannya.
- Menentukan waktu awal yang paling minimum untuk job yang akan direalisasikan.
- Menentukan job yang akan direalisasikan berdasarkan urutan prioritas yang digunakan yaitu prioritas tertinggi diberikan kepada operasi yang mempunyai sisa waktu proses operasi terlama. Yang mempunyai sisa waktu proses operasi terlama adalah job 2 operasi 1 dikerjakan pada mesin bubut kemudian dimasukkan ke dalam PS_t .
- Mengeluarkan job yang telah dijadwalkan dan memasukkan operasi selanjutnya dari job yang sama ke dalam S_t .
- Kembali ke langkah 2 untuk setiap alternatif jadwal parsial PS_t yang dapat dibuat pada langkah ke 3. Kemudian lanjutkan proses ini sampai selesai.

Penjadwalan mesin dengan menggunakan metode heuristik menghasilkan waktu penyelesaian produk sebesar 8355,2 menit atau 139,25 jam, dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7 dan urutan pekerjaan pada Gambar 3.

Tabel 7. Penjadwalan dengan Metode Heuristic Algorithhm

Stage	Mesin (detik)				S_t	C_i (Detik)	MWKR Priority (Detik)	MWKR* (Detik)	PS_t
	A	B	C	D					
0	0	0	0	0	1,1,A	0	3285,5		2,1,A
					2,1,A	0	4010,5	4010,5	
					3,1,B	0	2245,5		
					4,1,B	0	2784,2		
1	1541,5	0	0	0	1,1,A	1541,5	3285,5	3285,5	1,1,A
					2,2,B	1541,5	-		
					3,1,B	0	2245,5		
					4,1,B	0	2784,2		
2	2606,5	0	0	0	1,2,B	2606,5	-		4,1,B
					2,2,B	1541,5	-		
					3,1,B	0	2245,5		
					4,1,B	0	2784,2	2784,2	
3	2606,5	1414,5	0	0	1,2,B	2606,5	-		3,1,B
					2,2,B	1541,5	-		
					3,1,B	1414,5	2245,5	2245,5	
					4,2,A	1414,5	-		
4	2606,5	3395,5	0	0	1,2,B	3395,5	2220,5		2,2,B
					2,2,B	3395,5	2469	2469	

Stage	Mesin (detik)				S _t	C _i (Detik)	MWKR Priority (Detik)	MWKR* (Detik)	PS _t
	A	B	C	D					
					3,2,C	3395,5	264,5		
					4,2,A	2606,5	1369,7		
5	2606,5	5596	0	0	1,2,B	5864,5	2220,5	2220,5	1,2,B
					2,3,C	5864,5	-		
					3,2,C	3395,5	264,5		
					4,2,A	2606,5	1369,7		
6	2606,5	7539	0	0	1,3,C	8085	-		4,2,A
					2,3,C	5864,5	-		
					3,2,C	3395,5	264,5		
					4,2,A	2606,5	1369,7	1369,7	
7	3323,5	7539	0	0	1,3,C	8085	-		3,2,C
					2,3,C	5864,5	-		
					3,2,C	3395,5	264,5	264,5	
					4,3,D	3976,2	-		
8	3323,5	7539	3660	0	1,3,C	8085	277,5		4,3,D
					2,3,C	5864,5	268,5		
					4,3,D	3976,2	652,7	652,7	
9	3323,5	7539	3660	3706	1,3,C	8085	277,5	277,5	1,3,C
					2,3,C	5864,5	268,5		
					4,4,C	4628,9	-		
10	3323,5	7539	7816,5	3706	2,3,C	8362,5	268,5	111,875	2,3,C
					4,4,C	8362,5	-		
11	3323,5	7539	8085	3706	4,4,C	8631	270,2	270,2	4,4,C
12	3323,5	7539	8355,2	3706					



Gambar 3. Gantt Chart penjadwalan dengan metode heuristik

5. Kesimpulan

- a. Berdasarkan perhitungan diperoleh penjadwalan terbaik dengan menggunakan metode algoritma *Active Schedule* dengan urutan job sebagai berikut :

Mesin A : Job 1 operasi 1 (1,1,A), job 4 operasi 2 (4,2,A), dan job 2 operasi 1 (2,1,A).

Mesin B : Job 4 operasi 1 (4,1,B), job 1 operasi 2 (1,2,B), job 3 operasi 1 (3,1,B), job 2 operasi 2 (2,2,B).

Mesin C : Job 4 operasi 4 (4,4,C), job 1 operasi 3 (1,3,C), job 3 operasi 2 (3,2,C) dan job 2 operasi 3 (2,3,C).
Mesin D : Job 4 operasi 3 (4,3,D).

- b. Dengan menggunakan penjadwalan *algoritma active schedule* diperoleh waktu penyelesaian pekerjaan selama 7809,2 menit atau 130,15 jam untuk menyelesaikan pekerjaan pembuatan 4 macam produk dengan jumlah 300 unit untuk setiap macamnya.

5. Daftar Pustaka

- Hantoro, Sirod, 1993, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Kedua, UPP IKIP Yogyakarta.
- Kusuma, Hendra, 1999, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Nasution Hakim, Arman, 2003, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama, Guna Widya, Surabaya.
- Reksohadiprojo, Sukanto, 1994, *Perencanaan dan Pengawasan Produksi*, BPFE UGM, Yogyakarta
- Render. B, Heizer. J, 2001, *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*, Edisi Pertama, Salemba Empat, Jakarta.