

JOB SCHEDULING MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA ACTIVE, ALGORITMA NON DELAY DAN HEURISTIC SCHEDULE GENERATION (STUDI KASUS : BOROBUDUR KNITTING)

Suseno¹, Bian Indrakusuma²

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains & Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta

²Alumni Jurusan Teknik Industri Fakultas Sains & Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Ringroad Utara Jombor Yogyakarta

Email: onesuseno@gmail.com ; bianindra2@hotmail.com,

ABSTRACT

Knitting Borobudur is a company which manufactures knitted. The production process is often congested job at each work station. Scheduling the entire production process is needed at each work station, the machine is scheduled to be expected both to reduce the delay at work (job). Machine scheduling is done by using the method of active schedule generation algorithm, non-delay schedule generation algorithm, and heuristic generation schedule. Active schedule generation algorithm is the sort of work where no process early without inhibition (delay) other operating, non-delay schedule generation algorithm is the sort of work where no machine is left idle as long as there are job queue processes, heuristic schedule generation the priority rule used here is MWKR (Most work remaining) that is the highest priority is given to the operation of a job that has the rest of the longest processing time thereby affect the order processing time jobs. Scheduling the actual condition of the overall product yield completion time of 7059.12 minutes. While scheduling using active schedule generation algorithm generate the product overall completion time of 6659.77 minutes. Scheduling using non-delay schedule generation algorithm generate the product overall completion time of 6659.77 minutes. Scheduling using heuristic schedule generation produce the overall completion time of 7249.14 minute product. This causes different makespan values are sorting work from each scheduling. Scheduling algorithm selected is active schedule generation and non-delay schedule generation algorithm because it has the overall completion time of the smallest products.

Keywords: Job Shop, Active, Non Delay, Heuristic Schedule, MWKR.

PENDAHULUAN

Borobudur Knitting merupakan perusahaan rajut di Yogyakarta yang memproduksi bermacam rajutan, dalam memenuhi pesanan pasar rajutan harus dapat menjadwalkan seluruh proses produksi dengan baik supaya dapat berjalan dengan lancar. Pada perusahaan Borobudur Knitting terdapat permasalahan dalam penjadwalan yaitu penumpukan *job* pada stasiun kerja. Pada penelitian kali ini diharapkan mesin yang dijadwalkan dengan baik dan tidak terjadi penumpukan *job* pada stasiun kerja serta pekerjaan dikerjakan sesuai dengan jadwal dan dapat meminimalisir waktu penyelesaian produk. Metode penjadwalan *job shop* yang akan dianalisis dalam mengatasi masalah di perusahaan adalah algoritma *active schedule generation*, algoritma *non delay schedule generation* dan *heuristic schedule generation*

yang kemudian hasil perhitungan diperoleh akan dibandingkan untuk memperoleh penjadwalan yang paling minimum.

Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan/pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin (Ginting, 2009). Penjadwalan adalah suatu proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan *job* dalam jangka waktu tertentu (Baker, 1974).

Tujuan penjadwalan menurut Bedworth (1987), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya 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 sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Baker, 1974 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.

Metode *heuristic* tidak dapat menghasilkan jadwal yang benar-benar optimal tetapi solusi yang dihasilkannya sudah cukup baik dan mendekati solusi optimal. Solusi optimal hanya mungkin diperoleh dengan menganalisis seluruh kemungkinan jadwal dengan bantuan computer. Salah satu metode *heuristic* yang cukup dikenal adalah metode *priority dispatching* (Hendra, 2002). Metode ini berprinsip pembuatan jadwal secara parsial (bertahap) dan terdiri atas dua macam algoritma. Algoritma untuk pembuatan jadwal aktif (*active schedule generation*) dan pembuatan jadwal *non delay* (*non delay schedule generation*).

Algoritma *active schedule generation* dan *non delay schedule generation* dapat dikembangkan menjadi algoritma *heuristic schedule generation*. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sama, tetapi pada langkah ke-3 ditetapkan aturan prioritas *job dispatching* untuk memilih operasi yang akan dikerjakan terlebih dahulu. Aturan prioritas yang digunakan disini adalah MWKR (*most work remaining*), yaitu prioritas tertinggi diberikan kepada operasi dari suatu *job* yang mempunyai sisa waktu proses terbesar. Dengan demikian waktu proses mempengaruhi urutan pekerjaan.

Notasi-notasi yang digunakan dalam prosedur penjadwalan adalah sebagai berikut:
 P_{st} = Jadwal parsial yang mengandung sejumlah t operasi yang telah dijadwalkan.

S_t = Kumpulan operasi-operasi yang siap dijadwalkan pada *stage* ke- t .

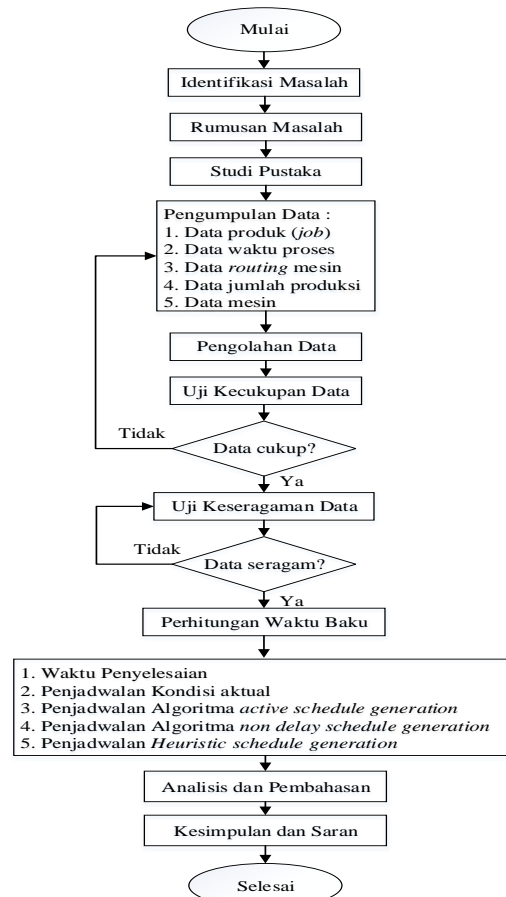
C_j = Saat paling awal operasi $j=S_t$ dapat mulai dikerjakan.

r_j = Saat paling awal operasi $j=S_t$ dapat diselesaikan.

t_{ij} = Waktu proses pekerjaan i pada operasi j .

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di perusahaan Borobudur Knitting yang memproduksi barang-barang rajutan. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2014 dengan data sebagai berikut:

Tabel 1. Produk dan Jumlah Produksi

No	Nama Produk (Job)	Jumlah Produksi	Kode Job
1	Daster	216	J1
2	Syall	72	J2
3	Tank Top	288	J3
4	Jaket	144	J4

Tabel 2. Data Mesin

No	Nama Mesin	Jumlah	Kode
1	Mesin Rajut	6	M1
2	Mesin Linking	3	M2
3	Mesin Obras	1	M3
4	Mesin Jahit	1	M4
5	Mesin Steam	1	M5

Tabel 3. Data Routing Mesin

job	Routing Mesin (M)					
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6
J1	1	2	3	2	5	-
J2	1	2	5	-	-	-
J3	1	2	5	-	-	-
J4	1	2	3	2	4	5

Keterangan : J = job ; Op = operasi ; M = mesin

Tabel 4. Data Waktu Proses

Job	Waktu Proses (menit)					
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6
J1	58.80	15.53	0.37	1.65	1.63	-
J2	47.52	6.78	1.52	-	-	-
J3	21.32	4.59	0.68	-	-	-
J4	53.30	13.22	0.39	6.09	5.95	1.59

Pengolahan data yang pertama yang harus dilakukan adalah menghitung waktu penyelesaian keseluruhan produk berdasarkan jumlah produksi dari masing-masing produk dan jumlah mesin. Hasil waktu penyelesaian dapat dilihat pada tabel 5.

$$T_{\text{Penyelesaian}} = T_{\text{Proses}} \times \frac{\text{Jumlah Produksi}}{\text{Jumlah Mesin}}$$

$$= 58,80 \times \frac{216}{6}$$

$$= 2116,92 \text{ menit}$$

Keterangan : T = waktu

Tabel 5. Waktu Penyelesaian

Job	Waktu Proses (menit)					
	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6
J1	2116.92	1118.05	80.25	118.81	353.07	-
J2	570.22	162.61	109.08	-	-	-
J3	1023.18	440.61	195.20	-	-	-
J4	1279.26	634.69	56.65	292.17	856.39	229.64

Penjadwalan Kondisi Aktual

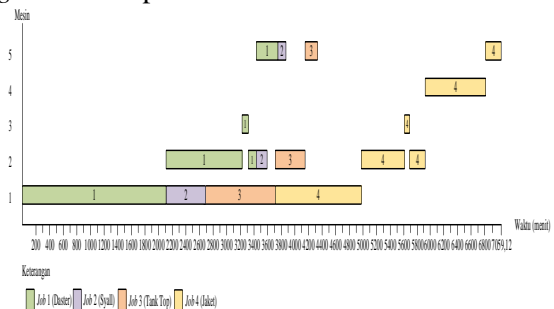
Kondisi aktual di perusahaan Borobudur Knitting penjadwalan pekerjaan yang

diterapkan adalah dengan mengurutkan pekerjaan berdasarkan aliran kerja yang umumnya dilakukan dalam arti dikerjakan menurut kebiasaan tanpa menggunakan prioritas waktu dalam menjadwalkannya. Penjadwalan kerja kondisi aktual dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengurutan Kerja Kondisi Aktual

Mesin	Pengurutan job					
M1	111	211	311	411	-	-
M2	122	142	222	322	422	442
M3	133	433	-	-	-	-
M4	454	-	-	-	-	-
M5	155	235	335	465	-	-

Pada kondisi aktual penjadwalan yang dilakukan perusahaan Borobudur Knitting untuk waktu penyelesaian keseluruhan produk untuk memproduksi keempat jenis produk adalah 7059,12 menit yang ditentukan oleh gantt chart. pada Gambar 2.



Gambar 2. Gantt Chart Kondisi Aktual

Penjadwalan Algoritma Active Schedule Generation

Langkah-langkah penjadwalan menggunakan algoritma active schedule generation adalah sebagai berikut:

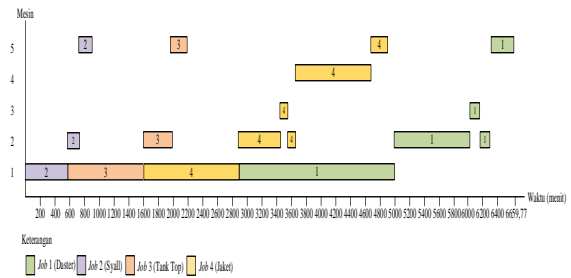
- Semua pekerjaan dimulai pada $t = 0$, karena belum ada proses yang dijadwalkan. Menentukan job, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada P_{st} . Pekerjaan yang dijadwalkan adalah (111,211,311,411). Dari job yang dijadwalkan tentukan waktu mulai (C_j) dan waktu proses (t_{ij}) sehingga diketahui waktu penyelesaiannya (r_j).
- Menentukan waktu penyelesaian (r_j) yang paling minimum untuk job yang akan direalisasikan yaitu pada menit ke 570,22.

- Menentukan *job* yang akan direalisasikan dengan waktu penyelesaian yang paling minimum pada *stage* 1 yaitu 211 , masukkan *job* tersebut dalam P_{St} .
- Mengeluarkan *job* yang telah dijadwalkan dan memasukkan operasi selanjutnya dari *job* yang sama ke dalam S_t .
- Kembali ke langkah 2 untuk setiap alternatif parsial P_{St} yang dapat dibuat pada langkah ke 3. Lanjutkan proses ini sampai selesai.

Tabel 7. Penjadwalan Algoritma *Active Schedule Generation*

Stage	Mesin (mem)					St	Cj	tj	rj	r*	m*	PSt
	1	2	3	4	5							
0	0	0	0	0	0	111	0	2116,92	2116,92			211
						211	0	570,22	570,22	570,22	1	
						311	0	1023,18	1023,18			
						411	0	1279,26	1279,26			
1	570,22	0	0	0	0	111	570,22	2116,92	2687,14			222
						222	570,22	162,61	732,82	732,82	2	
						311	570,22	1023,18	1593,40			
						411	570,22	1279,26	1849,48			
2	570,22	732,82	0	0	0	111	570,22	2116,92	2687,14			235
						235	732,82	109,08	841,90	841,90	5	
						311	570,22	1023,18	1593,40			
						411	570,22	1279,26	1849,48			
3	570,22	732,82	0	0	841,90	111	570,22	2116,92	2687,14			311
						311	570,22	1023,18	1593,40	1593,40	1	
						411	570,22	1279,26	1849,48			
4	1593,40	732,82	0	0	841,90	111	1593,40	2116,92	3710,32			322
						322	1593,40	440,61	2034,01	2034,01	2	
						411	1593,40	1279,26	2872,67			
5	1593,40	2034,01	0	0	841,90	111	1593,40	2116,92	3710,32			335
						335	2034,01	195,20	2229,21	2229,21	5	
						411	1593,40	1279,26	2872,67			
6	1593,40	2034,01	0	0	2229,21	111	1593,40	2116,92	3710,32			411
						411	1593,40	1279,26	2872,67	2872,67	1	
7	2872,67	2034,01	0	0	2229,21	111	2872,67	2116,92	4989,59			422
						422	2872,67	634,69	3507,36	3507,36	2	
8	2872,67	3507,36	0	0	2229,21	111	2872,67	2116,92	4989,59			433
						433	3507,36	56,65	3564,01	3564,01	3	
9	2872,67	3507,36	3564,01	0	2229,21	111	2872,67	2116,92	4989,59			442
						442	3564,01	292,17	3856,17	3856,17	2	
10	2872,67	3856,17	3564,01	0	2229,21	111	2872,67	2116,92	4989,59			454
						454	3856,17	856,39	4712,56	4712,56	4	
11	2872,67	3856,17	3564,01	4712,56	2229,21	111	2872,67	2116,92	4989,59			465
						465	4712,56	239,64	4942,20	4942,20	5	
12	2872,67	3856,17	3564,01	4712,56	4942,20	111	2872,67	2116,92	4989,59	4989,59	1	111
13	4989,59	3856,17	3564,01	4712,56	4942,20	122	4989,59	1118,05	6107,63	6107,63	2	122
14	4989,59	6107,63	3564,01	4712,56	4942,20	133	6107,63	80,25	6187,89	6187,89	3	133
15	4989,59	6107,63	6187,89	4712,56	4942,20	142	6187,89	118,81	6306,70	6306,70	2	142
16	4989,59	6306,70	6187,89	4712,56	4942,20	155	6306,70	353,07	6659,77	6659,77	5	155
17	4989,59	6306,70	6187,89	4712,56	6659,77							

Penjadwalan menggunakan metode algoritma *active schedule generation* untuk waktu penyelesaian keseluruhan produk untuk memproduksi keempat jenis produk adalah 6659,77 menit. *Gantt chart* penjadwalan algoritma *active schedule generation* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Penjadwalan Algoritma *Active Schedule Generation*

Penjadwalan Algoritma *Non Delay Schedule Generation*

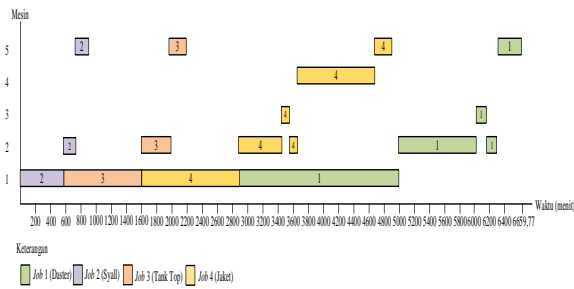
Langkah-langkah penjadwalan menggunakan algoritma *non delay schedule generation* adalah sebagai berikut:

- Semua pekerjaan dimulai pada $t = 0$, karena belum ada proses yang dijadwalkan. Menentukan job, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada P_{St} , yang dijadwalkan adalah (111,211,311,411). Dari job yang dijadwalkan tentukan waktu mulai (C_j) dan waktu proses (t_{ij}) sehingga diketahui waktu penyelesaiannya (r_j).
- Menentukan waktu awal (C_j) yang paling minimum untuk job yang akan direalisasikan. Karena kelima job mempunyai waktu awal yang sama maka akan dipilih job yang mempunyai waktu penyelesaian (r_j) yang paling minimum yaitu 507,22.
- Menentukan job yang akan direalisasikan dengan waktu penyelesaian yang paling minimum pada *stage* 1 yaitu 211 , masukkan job tersebut dalam P_{St} .
- Mengeluarkan job yang telah dijadwalkan dan memasukkan operasi selanjutnya dari job yang sama ke dalam S_t .
- Kembali ke langkah 2 untuk setiap alternatif parsial P_{St} yang dapat dibuat pada langkah ke 3. Lanjutkan proses ini sampai selesai.

Tabel 8. Penjadwalan Algoritma *Non Delay Schedule Generation*

Stage	Mesin (menit)					St	Cj	tj	rj	C*	m*	PSt
	1	2	3	4	5							
0	0	0	0	0	0	111	0	2116.92	2116.92			211
						211	0	570.22	570.22	0	1	
						311	0	1023.18	1023.18			
						411	0	1279.26	1279.26			
1	570.22	0	0	0	0	111	570.22	2116.92	2687.14		222	
						222	570.22	162.61	732.82	570.22	2	
						311	570.22	1023.18	1593.40			
						411	570.22	1279.26	1849.48			
2	570.22	732.82	0	0	0	111	570.22	2116.92	2687.14			311
						235	732.82	109.08	841.90			
						311	570.22	1023.18	1593.40	570.22	1	
						411	570.22	1279.26	1849.48			
3	1593.40	732.82	0	0	0	111	1593.40	2116.92	3710.32			235
						235	732.82	109.08	841.90	732.82	5	
						322	1593.40	440.61	2034.01			
						411	1593.40	1279.26	2872.67			
4	1593.40	732.82	0	0	841.90	111	1593.40	2116.92	3710.32			322
						322	1593.40	109.08	1702.48	1593.40	2	
						411	1593.40	1279.26	2872.67			
5	1593.40	1702.48	0	0	841.90	111	1593.40	2116.92	3710.32			411
						335	1702.48	195.20	1897.68			
						411	1593.40	1279.26	2872.67	1593.40	1	
6	2872.67	1702.48	0	0	841.90	111	2872.67	2116.92	4989.59			335
						335	1702.48	195.20	1897.68	1702.48	5	
						422	2872.67	634.69	3507.36			
7	2872.67	1702.48	0	0	1897.68	111	2872.67	2116.92	4989.59			422
						422	2872.67	634.69	3507.36	2872.67	2	
8	2872.67	3507.36	0	0	1897.68	111	2872.67	2116.92	4989.59	2872.67	3	111
						433	3507.36	56.65	3564.01			
9	4989.59	3507.36	0	0	1897.68	122	4989.59	1118.05	6107.63			433
						433	3507.36	56.65	3564.01	3507.36	3	
10	4989.59	3507.36	3564.01	0	1897.68	122	4989.59	1118.05	6107.63			442
						442	3564.01	292.17	3856.17	3564.01	2	
11	4989.59	3856.17	3564.01	0	1897.68	122	4989.59	1118.05	6107.63			454
						454	3856.17	856.39	4712.56	3856.17	4	
12	4989.59	3856.17	3564.01	4712.56	1897.68	122	4989.59	1118.05	6107.63			465
						465	4712.56	229.64	4942.20	4712.56		
13	4989.59	3856.17	3564.01	4712.56	4942.20	122	4989.59	1118.05	6107.63	4989.59	2	122
						133	6107.63	80.25	6187.89	6107.63	3	133
14	4989.59	6107.63	3564.01	4712.56	4942.20	142	6187.89	118.81	6306.70	6187.89	2	142
15	4989.59	6107.63	6187.89	4712.56	4942.20	155	6306.70	353.07	6659.8	6306.70	5	155
16	4989.59	6306.70	6187.89	4712.56	4942.20	155	6306.70	353.07	6659.8	6306.70	5	155
17	4989.59	6306.70	6187.89	4712.56	6659.77							

Pada penjadwalan menggunakan metode algoritma *non delay schedule generation* untuk waktu penyelesaian keseluruhan produk untuk memproduksi keempat jenis produk adalah 6659,77 menit. *Gantt chart* penjadwalan algoritma *active schedule generation* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Gantt Chart* Algoritma *Non Delay Schedule Generation*

Penjadwalan *Heuristic Schedule Generation*

Langkah-langkah penjadwalan menggunakan *heuristic schedule generation* adalah sebagai berikut:

1. Semua pekerjaan dimulai pada $t = 0$, karena belum ada proses yang dijadwalkan.

Menentukan *job*, operasi dan mesin yang akan dijadwalkan pada PSt, yang dijadwalkan adalah (111,211,311,411).

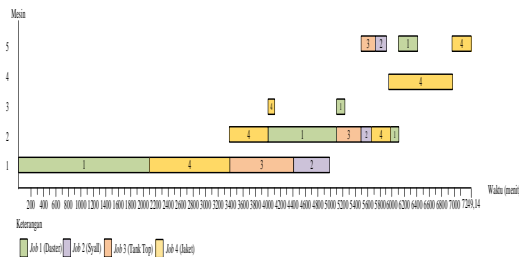
Dari *job* yang akan dijadwalkan tentukan waktu mulai.

2. Menghitung waktu proses keseluruhan yang masih tersisa yang paling besar untuk *job* yang akan direalisasikan.
3. Menentukan *job* yang akan direalisasikan berdasarkan aturan prioritas yang digunakan yaitu prioritas tertinggi diberikan kepada operasi yang mempunyai sisa waktu proses paling besar. waktu proses paling besar adalah 111, kemudian masukkan ke dalam PSt.
4. Mengeluarkan *job* yang telah dijadwalkan dan memasukkan operasi selanjutnya dari *job* yang sama ke dalam St.
5. Kembali ke langkah-2 untuk setiap alternatif parsial PSt yang dapat dibuat pada langkah ke-3. Lanjutkan proses ini sampai selesai.

Tabel 9. Penjadwalan *Heuristic Schedule Generation*

Stage	Mesin (menit)					St	Cj	MWKR Priority	MWKR*	Pst
	1	2	3	4	5					
0	0	0	0	0	0	111	0	3787.10	3787.10	111
						211	0	841.90		
						311	0	1658.99		
						411	0	3348.80		
1	2116.92	0	0	0	0	122	2116.92	-		411
						211	2116.92	841.90		
						311	2116.92	1658.99		
						411	2116.92	3348.80	3348.80	
2	3396.18	0	0	0	0	122	2116.92	-		311
						211	3396.18	841.90		
						422	3396.18	1658.99	1658.99	
3	4419.37	0	0	0	0	122	2116.92	-		211
						211	4419.37	841.90	841.90	
						322	4419.37	-		
						422	3396.18	-		
4	4989.59	0	0	0	0	122	2116.92	1670.18		422
						222	4989.59	271.69		
						322	4419.37	635.81		
						422	3396.18	2069.54	2069.54	
5	4989.59	4030.87	0	0	0	122	2116.92	1670.18	1670.18	122
						222	4989.59	271.69		
						322	4419.37	635.81		
						433	4030.87	-		
6	4989.59	5148.92	0	0	0	133	5148.92	-		322
						222	5148.92	271.69		
						322	5148.92	635.81	635.81	
						433	4030.87	-		
7	4989.59	5589.53	0	0	0	133	5148.92	-		222
						222	5589.53	271.69	271.69	
						335	5589.53	-		
						433	4030.87	-		
8	4989.59	5752.14	0	0	0	133	5148.92	552.14		433
						235	5752.14	109.08		
						335	5589.53	195.20		
						433	4030.87	1434.85	1434.85	
9	4989.59	5752.14	4087.52	0	0	133	5148.92	552.14	552.14	133
						235	5752.14	109.08		
						335	5589.53	195.20		
						442	4087.52	-		
10	4989.59	5752.14	5229.17	0	0	142	5229.17	-		335
						235	5752.14	109.08		
						335	5589.53	195.20	195.20	
						442	4087.52	-		
11	4989.59	5752.14	5229.17	0	5784.73	142	5229.17	-		235
						235	5784.73	109.08	109.08	
						335	5784.73	-		
						442	4087.52	-		
12	4989.59	5752.14	5229.17	0	5893.81	142	5752.14	471.88		442
						442	5752.14	1378.20	1378.20	
13	4989.59	6044.30	5229.17	0	5893.81	142	6044.30	471.88	471.88	142
						454	6044.30	-		
14	4989.59	6163.11	5229.17	0	5893.81	155	6044.30	353.07		454
						454	6163.11	1086.03	1086.03	
15	4989.59	6163.11	5229.17	7019.50	5893.81	155	6044.30	353.07	353.07	155
						465	7019.50	-		
16	4989.59	6163.11	5229.17	7019.50	6397.38	465	7019.50	229.64	229.64	465
17	4989.59	6163.11	5229.17	7019.50	7249.14					

Pada penjadwalan menggunakan metode *heuristic schedule generation* untuk waktu penyelesaian keseluruhan produk untuk memproduksi keempat jenis produk adalah 7249,14 menit. *Gantt chart* penjadwalan *heuristic schedule generation* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Gantt Chart Heuristic Schedule Generation*

Tabel 10. Nilai *Makespan* Penjadwalan

Penjadwalan	<i>Makespan</i> (menit)
Kondisi Aktual	7059,12
Algoritma <i>Active Schedule Generation</i>	6659,77
Algoritma <i>Non Delay Schedule Generation</i>	6659,77
<i>Heuristic Schedule Generation</i>	7249,14

Dari Tabel 10 diketahui bahwa penjadwalan usulan menggunakan algoritma *active schedule generation* dan algoritma *non delay schedule generation* menghasilkan waktu penyelesaian keseluruhan produk paling minimum sebesar 6659,77 menit. Pengurutan pekerjaan pada kedua metode adalah sama yaitu:

Tabel 11. Pengurutan Pekerjaan Metode Algoritma *Active* dan *Non Delay*

Mesin	Pengurutan <i>job</i>					
M1	211	311	411	111	-	-
M2	222	322	422	442	122	142
M3	433	133	-	-	-	-
M4	454	-	-	-	-	-
M5	235	335	465	155	-	-

M1 : J2Op1 (2,1,1), dilanjutkan J3Op1 (3,1,1), dilanjutkan J4 Op1 (4,1,1), dilanjutkan J1 Op1 (1,1,1).
M2 : J2 Op2 (2,2,2), dilanjutkan J3 Op2 (3,2,2), dilanjutkan J4 Op2 (4,2,2), dilanjutkan J4 Op4 (4,4,2), dilanjutkan J1 Op2 (1,2,2), dilanjutkan J1 Op4 (1,4,2).

M3 : J4 Op3 (4,3,3), dilanjutkan J1 Op3 (1,3,3).

M4 : J4 Op5 (4,5,4).

M5 : J2 Op3 (2,3,5), dilanjutkan J3 Op3 (3,3,5), dilanjutkan J4 Op6 (4,6,5), dilanjutkan J1 Op5 (1,5,5).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari uraian dan analisis penyelesaian adalah:

1. Penjadwalan kondisi aktual dengan waktu penyelesaian keseluruhan produk sebesar 7059,12 menit. Penjadwalan menggunakan algoritma *active schedule generation* sebesar 6659,77 menit, *non delay schedule generation* sebesar 6659,77 menit, dan *heuristic schedule generation* sebesar 7249,14 menit. Penjadwalan algoritma yang mempunyai waktu penyelesaian keseluruhan produk paling minimum adalah penjadwalan algoritma *active schedule generation* dan algoritma *non delay schedule generation*.
2. Metode penjadwalan yang dipilih adalah metode algoritma *active schedule generation* dan algoritma *non delay schedule generation* menghasilkan nilai waktu penyelesaian keseluruhan produk paling minimum sebesar 6659,77 menit, dengan urutan pekerjaan tiap mesin sebagai berikut adalah :
M1 : J2 Op1 (2,1,1), dilanjutkan J3 Op1 (3,1,1), dilanjutkan J4 Op1 (4,1,1), dilanjutkan J1 Op1 (1,1,1).
M2 : J2 Op2 (2,2,2), dilanjutkan J3 Op2 (3,2,2), dilanjutkan J4 Op2 (4,2,2), dilanjutkan J4 Op4 (4,4,2), dilanjutkan J1 Op2 (1,2,2), dilanjutkan J1 Op4 (1,4,2).
M3 : J4 Op3 (4,3,3), dilanjutkan J1 Op3 (1,3,3).
M4 : J4 Op5 (4,5,4).
M5 : J2 Op3 (2,3,5), dilanjutkan J3 Op3 (3,3,5), dilanjutkan J4 Op6 (4,6,5), dilanjutkan J1 Op5 (1,5,5).

DAFTAR PUSTAKA

Arifianto, T., 2008. *Usulan Penjadwalan Mesin Untuk Meminimalkan Makespan Dan Flow Time Dengan Algoritma Active, Non Delay, Dan Heuristic Schedule Generation*. Skripsi, Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Baker, K R., 1987. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Bedworth, D., 1986. *Integrated Production Control Systems*. John Wiley & Sons, New York.
- Fatmawati, W., 2009. *Penjadwalan Kerja Dengan Metode Algoritma Active Schedule Dan Heuristic Schedule Untuk Meminimasi Waktu Penyelesaian (Studi Kasus di PT. Intac Brass Indonesia)*. **Jurnal, Teknik Industri**, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Ginting, R., 2009. *Penjadwalan Mesin*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sutalaksana, I, F., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung.
- Kusuma, H., 1999. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Andi, Yogyakarta.
- Purnomo, H., 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Edisi Pertama, Graha Ilmu Yogyakarta.
- Prima, F., 2013. *Penjadwalan Mesin Dengan Menggunakan Algoritma Pembangkit Jadwal Aktif dan Algoritma Penjadwalan Non-Delay Untuk Produk Hydrotiler Dan Hammertil Pada CV. Cherry Sarana Agro*. **Jurnal, Teknik Industri**, Universitas Andalas.
- Ristanto., 2004. *Penjadwalan Job Shop Untuk Meminimalkan Waktu Penyelesaian Keseluruhan Dengan Menggunakan Pendekatan Heuristic Dispatching Rule (Studi Kasus Pada CV. Gracia Teknik Surakarta)*. Skripsi, Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wignjosoebroto, S., 1990. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas*, Edisi Pertama. Cetakan Kedua, Jurusan Teknik Industri-ITS, Guna Widya, Surabaya.