

EFISIENSI WAKTU PRODUKSI ES BATU SEBAGAI IMPLIKASI URUTAN PENJADWALAN KEDATANGAN JOB YANG TEPAT

Hendy Tannady¹ dan Steven²

Abstrak: Efisiensi adalah salah satu cara tempuh strategis dalam apa yang kita kenal dengan perbaikan terus menerus (*Continuous Improvement*). Penelitian ini membahas tentang dampak dari pengaturan urutan kedatangan Job pada industri es batu terhadap efisiensi konsumsi waktu kerja dari mesin produksi, penelitian menggunakan Algoritma Gupta sebagai metode untuk mencari solusi alternatif dari kedatangan job. Indikator pertama yang digunakan adalah jumlah nilai makespan yang diperoleh dari setiap urutan job dan nilai *Mean Flow Time* (MFT) apabila ditemui nilai *makespan* yang sama. Setelah kedua indikator dapat teridentifikasi, maka diperoleh urutan *job* yang paling tepat dalam tujuannya untuk efisiensi waktu.

Kata Kunci : efisiensi, algoritma gupta, urutan job

PENDAHULUAN

Definisi Penjadwalan

Penjadwalan adalah kegiatan yang merupakan bentuk dari penyelesaian masalah yang sering terjadi pada industri jasa dan manufaktur. Keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan, mencakup *Human, Material, Machine, Money, Information*, dan lain sebagainya yang merupakan komoditas primer berjalannya industri sering kali berbenturan dengan jumlah *lot* kerja yang datang untuk diproses. Menurut Pinedo (Pinedo, 1995) Penjadwalan berhubungan dengan alokasi sumber daya yang terbatas terhadap pekerjaan yang datang secara berlebihan.

Pemahaman mengenai konsep penjadwalan sangat penting bagi manajemen. Dengan konsep penjadwalan, para pelaksana perusahaan dapat mengetahui kapan waktu harus memulai suatu pekerjaan dan kapan waktu mengakhirinya. Terdapat berbagai teknik yang dapat diterapkan untuk penjadwalan. Pemilihan teknik yang sesuai bergantung pada sifat dasar model dan pemilihan fungsi objektif (Baker, 2001).

Proses dan metode-metode penjadwalan lahir dikarenakan terbatasnya kapasitas yang dimiliki oleh organisasi atau perusahaan dalam mengakomodir *job* yang sering kali datang, tidak cermat dan tepat dalam menggunakan sumber daya yang dimiliki, akan mengakibatkan adanya hasil yang tidak efisien. Ada 4 jenis keadaan dari model penjadwalan, yakni mesin yang digunakan dapat berupa proses dengan mesin tunggal atau proses dengan mesin majemuk, pola aliran proses dapat berupa aliran identik atau sembarang, pola kedatangan pekerjaan statis atau dinamis, dan sifat informasi yang diterima dapat bersifat *deterministic* atau stokastik.

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Nusantara
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat, 11530
E-mail : hendy_tan3003@yahoo.com

² Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Nusantara
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat, 11530

Fungsi Penjadwalan

Menurut Bedworth (1987), mengidentifikasi fungsi-fungsi dari penjadwalan adalah sebagai berikut :

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.
3. Mengurangi beberapa kelambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga akan meminimasi *penalty cost*.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

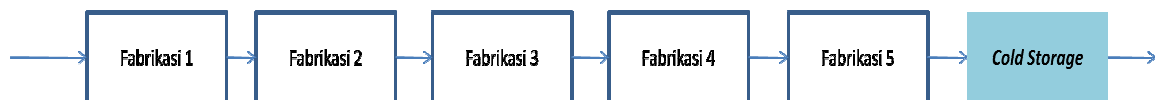
Latar Belakang dan Tujuan

Studi kasus dari penelitian ini adalah pada sebuah perusahaan yang memproduksi es batu, perusahaan selama ini secara rutin menerima pesanan es batu yang selanjutnya dinamakan *job*. Latar belakang dari penelitian ini adalah membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi waktu produksi es batu dengan cara melakukan pengolahan data waktu proses setiap *job* dengan *Algoritma Gupta* . Adapun tujuan penelitian adalah mencari model urutan pengerjaan *job* yang terbaik bagi efisiensi waktu produksi perusahaan.

METODE PENELITIAN

Model Kasus

Sistem produksi yang dimiliki atau dibahas pada penelitian ini adalah menggunakan pola *flowshop* dengan 6 rangkaian mesin atau *flowshop-5 stage*. 6 rangkaian terdiri dari 5 unit fabrikasi dan 1 unit *cold storage*. Unit *cold storage* yang digunakan memiliki kapasitas besar yang dapat menampung keseluruhan *job* yang datang dengan catatan waktu sampai hasil akhir produksi tersebut terjual. Pembahasan perhitungan yang digunakan hanya melibatkan 5 *stage* fabrikasi, karena pada 5 *stage* awal inilah terjadi keterbatasan mesin dan waktu terhadap kuantitas kedatangan *job*. *Job* pada penelitian ini didefinisikan sebagai jenis permintaan es yang datang dan memiliki dimensi bentuk dan ukuran yang berbeda. Gambar 1 memperlihatkan aliran bahan hingga menuju *cold storage*.



Gambar 1. Sistem produksi *flowshop-5-Stage*

Metode Gupta

Langkah dalam metode Gupta adalah dengan menentukan nilai index untuk setiap *job*, lalu kemudian mengurutkan keempat *job* tersebut dengan aturan *increasing index value*, dan ditentukannya nilai *Cmax* (Rosnani Ginting,2009). Urutan *job* yang terbaik adalah dengan membandingkan nilai *Cmax* (*makespan*) dari setiap urutan *job* yang meninggalkan mesin atau fabrikasi ke 5, dalam mengidentifikasi urutan *job* yang tersedia, akan ada *possibility* bahwa jumlah urutan lebih dari satu, setiap urutan akan dihitung nilai *duration time*, *start time*, dan *ready*

time dalam setiap fabrikasi atau mesin. *Final output* adalah nilai C_{max} pada akhir fabrikasi terakhir, yakni dengan mengakumulasikan nilai *ready time* dari setiap *job* pada fabrikasi terakhir tersebut. Adapun ketersediaan urutan-urutan *job* tersebut diperoleh dari perhitungan nilai *index* dalam setiap *job* dalam setiap M-mesin. Urutan *job* adalah urutan nilai *index* dari yang terkecil hingga terbesar dalam satu kali perhitungan nilai *index*. Pola nilai *index* memungkinkan akan membentuk satu atau lebih urutan *job*, bergantung pada kuantitas nilai-nilai *index* yang *parallel*, semakin banyak nilai *parallel*, maka akan semakin memperbanyak jumlah urutan *job*. Berikut adalah formula nilai *index* :

$$F_{(1)} = \min \left(\frac{A}{t_{im} - t_{im+1}} \right)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Tabel 1. Data Waktu Proses dari Setiap *job* dalam M-Mesin

	M1	M2	M3	M4	M5
J1	5	8	7	4	4
J2	7	3	7	9	5
J3	5	6	5	6	8
J4	9	5	8	7	2
J5	8	4	7	5	4
J6	6	7	2	6	8
J7	7	5	5	2	6

Penentuan Nilai Index

$$F_{(1)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{1,1} - t_{1,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{1,2} - t_{1,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{1,3} - t_{1,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{1,4} - t_{1,5}} \right) \right)$$

$$F_{(2)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{2,1} - t_{2,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{2,2} - t_{2,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{2,3} - t_{2,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{2,4} - t_{2,5}} \right) \right)$$

$$F_{(3)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{3,1} - t_{3,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{3,2} - t_{3,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{3,3} - t_{3,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{3,4} - t_{3,5}} \right) \right)$$

$$F_{(4)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{4,1} - t_{4,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{4,2} - t_{4,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{4,3} - t_{4,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{4,4} - t_{4,5}} \right) \right)$$

$$F_{(5)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{5,1} - t_{5,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{5,2} - t_{5,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{5,3} - t_{5,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{5,4} - t_{5,5}} \right) \right)$$

$$F_{(6)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{6,1} - t_{6,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{6,2} - t_{6,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{6,3} - t_{6,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{6,4} - t_{6,5}} \right) \right)$$

$$F_{(7)} = \min \left(\left(\frac{A}{t_{7,1} - t_{7,2}} \right) \left(\frac{A}{t_{7,2} - t_{7,3}} \right) \left(\frac{A}{t_{7,3} - t_{7,4}} \right) \left(\frac{A}{t_{7,4} - t_{7,5}} \right) \right)$$

Possibility Urutan Job

Dari nilai *index* yang diperoleh pada tabel 2, dapat dibuat beberapa kejadian urutan *jobs*, ada dua belas (12) urutan *jobs* yang dapat ditentukan, daftar urutan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Data Nilai *Index* Setiap *Job*

No.	Job	Index
1	1	1/3
2	2	1/4
3	3	1/2
4	4	1/5
5	5	1/4
6	6	1/5
7	7	1/4

Tabel 3. Data Urutan *Jobs*

No.	Urutan <i>Jobs</i>						
1	4	6	2	5	7	1	3
2	4	6	2	7	5	1	3
3	4	6	5	7	2	1	3
4	4	6	5	2	7	1	3
5	4	6	7	5	2	1	3
6	4	6	7	2	5	1	3
7	6	4	2	5	7	1	3
8	6	4	2	7	5	1	3
9	6	4	5	7	2	1	3
10	6	4	5	2	7	1	3
11	6	4	7	5	2	1	3
12	6	4	7	2	5	1	3

Menentukan Nilai Cmax (Makespan)

Tabel 4. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 1

Mesin	Job	<i>Duration (Minutes)</i>	<i>Start (Minutes)</i>	<i>Ready (Minutes)</i>	Mesin	Job	<i>Duration (Minutes)</i>	<i>Start (Minutes)</i>	<i>Ready (Minutes)</i>
1	J4	9	0	9	3	J7	5	38	43
1	J6	6	9	15	3	J1	7	43	50
1	J2	7	15	22	3	J3	5	50	55
1	J5	8	22	30	4	J4	7	22	29
1	J7	7	30	37	4	J6	6	29	35
1	J1	5	37	42	4	J2	9	35	44
1	J3	5	42	47	4	J5	5	44	49
2	J4	5	9	14	4	J7	2	49	51
2	J6	7	14	21	4	J1	4	51	55
2	J5	4	24	28	4	J3	6	55	61
2	J7	5	28	33	5	J4	2	29	31
2	J1	8	33	41	5	J6	8	31	39
2	J3	6	41	47	5	J2	5	39	44
3	J4	8	14	22	5	J5	4	44	48
3	J6	2	22	24	5	J7	6	48	54
3	J2	7	24	31	5	J1	4	54	58
3	J5	7	31	38	5	J3	8	58	66

Dari tabel 4 diperoleh nilai *makespan job 1*, Cmax = 66 menit
Mean Flow Time, F = 48.57

Tabel 5. Duration, Start and Ready Time Urutan Job 2

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J4	9	0	9	3	J5	7	36	43
1	J6	6	9	15	3	J1	7	43	50
1	J2	7	15	22	3	J3	5	50	55
1	J7	7	22	29	4	J4	7	22	29
1	J5	8	29	37	4	J6	6	29	35
1	J1	5	37	42	4	J2	9	35	44
1	J3	5	42	47	4	J7	2	44	46
2	J4	5	9	14	4	J5	5	46	51
2	J6	7	14	21	4	J1	4	51	55
2	J2	3	21	24	4	J3	6	55	61
2	J7	5	24	29	5	J4	2	29	31
2	J5	4	29	33	5	J6	8	31	39
2	J1	8	33	41	5	J2	5	39	44
3	J3	6	41	47	5	J7	6	44	50
3	J4	8	14	22	5	J5	4	50	54
3	J6	2	22	24	5	J1	4	54	58
3	J2	7	24	31	5	J3	8	58	66

Dari tabel 5 diperoleh nilai *makespan job 2*, $C_{max} = 66$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 48.86$

Tabel 6. Duration, Start and Ready Time Urutan Job 3

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J4	9	0	9	3	J2	7	36	43
1	J6	6	9	15	3	J1	7	43	50
1	J5	8	15	23	3	J3	5	50	55
1	J7	7	23	30	4	J4	7	22	29
1	J2	7	30	37	4	J6	6	29	35
1	J1	5	37	42	4	J5	5	35	40
1	J3	5	42	47	4	J7	2	40	42
2	J4	5	9	14	4	J2	9	42	51
2	J6	7	14	21	4	J1	4	51	55
2	J5	4	21	25	4	J3	6	55	61
2	J7	5	25	30	5	J4	2	29	31
2	J2	3	30	33	5	J6	8	31	39
2	J1	8	33	41	5	J5	4	39	43
3	J3	6	41	47	5	J7	6	43	49
3	J4	8	14	22	5	J2	5	49	54
3	J6	2	22	24	5	J1	4	54	58
3	J5	7	24	31	5	J3	8	58	66

Dari tabel 6 diperoleh nilai *makespan job 3*, $C_{max} = 66$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 48.57$

Tabel 7. *Duration, Start and Ready Time Urutan Job 4*

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J4	9	0	9	3	J2	7	31	38
1	J6	6	9	15	3	J7	5	38	43
1	J5	8	15	23	3	J1	7	43	50
1	J2	7	23	30	4	J3	5	50	55
1	J7	7	30	37	4	J4	7	22	29
1	J1	5	37	42	4	J6	6	29	35
1	J3	5	42	47	4	J5	5	35	40
2	J4	5	9	14	4	J2	9	40	49
2	J6	7	14	21	4	J7	2	49	51
2	J5	4	21	25	4	J1	4	51	55
2	J2	3	25	28	5	J3	6	55	61
2	J7	5	28	33	5	J4	2	29	31
2	J1	8	33	41	5	J6	8	31	39
3	J3	6	41	47	5	J5	4	39	43
3	J4	8	14	22	5	J2	5	43	48
3	J6	2	22	24	5	J7	6	48	54
3	J5	7	24	31	5	J1	4	54	58

Dari tabel 7 diperoleh nilai *makespan job 4*, $C_{max} = 66$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 48.43$

Tabel 8. *Duration, Start and Ready Time Urutan Job 5*

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J4	9	0	9	3	J2	7	36	43
1	J6	6	9	15	3	J1	7	43	50
1	J7	7	15	22	3	J3	5	50	55
1	J5	8	22	30	4	J4	7	22	29
1	J2	7	30	37	4	J6	6	29	35
1	J1	5	37	42	4	J7	2	35	37
1	J3	5	42	47	4	J5	5	37	42
2	J4	5	9	14	4	J2	9	42	51
2	J6	7	14	21	4	J1	4	51	55
2	J7	5	21	26	4	J3	6	55	61
2	J5	4	26	30	5	J4	2	29	31
2	J2	3	30	33	5	J6	8	31	39
2	J1	8	33	41	5	J7	6	39	45
3	J3	6	41	47	5	J5	4	45	49
3	J4	8	14	22	5	J2	5	49	54
3	J6	2	22	24	5	J1	4	54	58
3	J7	5	24	29	5	J3	8	58	66

Dari tabel 8 diperoleh nilai *makespan job 5*, $C_{max} = 66$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 48.86$

Tabel 9. Duration, Start and Ready Time Urutan Job 6

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J4	9	0	9	3	J5	7	36	43
1	J6	6	9	15	3	J1	7	43	50
1	J7	7	15	22	3	J3	5	50	55
1	J2	7	22	29	4	J4	7	22	29
1	J5	8	29	37	4	J6	6	29	35
1	J1	5	37	42	4	J7	2	35	37
1	J3	5	42	47	4	J2	9	37	46
2	J4	5	9	14	4	J5	5	46	51
2	J6	7	14	21	4	J1	4	51	55
2	J7	5	21	26	4	J3	6	55	61
2	J2	3	26	29	5	J4	2	29	31
2	J5	4	29	33	5	J6	8	31	39
2	J1	8	33	41	5	J7	6	39	45
3	J3	6	41	47	5	J2	5	45	50
3	J4	8	14	22	5	J5	4	50	54
3	J6	2	22	24	5	J1	4	54	58
3	J7	5	24	29	5	J3	8	58	66

Dari tabel 9 diperoleh nilai *makespan job 6*, $C_{max} = 66$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 49$

Tabel 10. Duration, Start and Ready Time Urutan Job 7

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	1	J6	6	0	3	3	J7	5	37
1	1	J4	9	6	3	3	J1	7	42
1	1	J2	7	15	3	3	J3	5	49
1	1	J5	8	22	4	4	J6	6	15
1	1	J7	7	30	4	4	J4	7	21
1	1	J1	5	37	4	4	J2	9	28
1	1	J3	5	42	4	4	J5	5	37
2	2	J6	7	6	4	4	J7	2	42
2	2	J4	5	13	4	4	J1	4	44
2	2	J2	3	18	4	4	J3	6	48
2	2	J5	4	21	5	5	J6	8	21
2	2	J7	5	25	5	5	J4	2	29
2	2	J1	8	30	5	5	J2	5	31
3	2	J3	6	38	5	5	J5	4	36
3	3	J6	2	13	5	5	J7	6	40
3	3	J4	8	15	5	5	J1	4	46
3	3	J2	7	23	5	5	J3	8	50

Dari tabel 10 diperoleh nilai *makespan job 7*, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.43$

Tabel 11. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 8

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J6	6	0	6	3	J5	7	35	42
1	J4	9	6	15	3	J1	7	42	49
1	J2	7	15	22	3	J3	5	49	54
1	J7	7	22	29	4	J6	6	15	21
1	J5	8	29	37	4	J4	7	21	28
1	J1	5	37	42	4	J2	9	28	37
1	J3	5	42	47	4	J7	2	37	39
2	J6	7	6	13	4	J5	5	39	44
2	J4	5	13	18	4	J1	4	44	48
2	J2	3	18	21	4	J3	6	48	54
2	J7	5	21	26	5	J6	8	21	29
2	J5	4	26	30	5	J4	2	29	31
2	J1	8	30	38	5	J2	5	31	36
2	J3	6	38	44	5	J7	6	36	42
3	J6	2	13	15	5	J5	4	42	46
3	J4	8	15	23	5	J1	4	46	50
3	J2	7	23	30	5	J3	8	50	58

Dari tabel 11 diperoleh nilai *makespan job* 8, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.71$

Tabel 12. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 9

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J6	6	0	6	3	J2	7	35	42
1	J4	9	6	15	3	J1	7	42	49
1	J5	8	15	23	3	J3	5	49	54
1	J7	7	23	30	4	J6	6	15	21
1	J2	7	30	37	4	J4	7	21	28
1	J1	5	37	42	4	J5	5	28	33
1	J3	5	42	47	4	J7	2	33	35
2	J6	7	6	13	4	J2	9	35	44
2	J4	5	13	18	4	J1	4	44	48
2	J5	4	18	22	4	J3	6	48	54
2	J7	5	22	27	5	J6	8	21	29
2	J2	3	27	30	5	J4	2	29	31
2	J1	8	30	38	5	J5	4	31	35
2	J3	6	38	44	5	J7	6	35	41
3	J6	2	13	15	5	J2	5	41	46
3	J4	8	15	23	5	J1	4	46	50
3	J5	7	23	30	5	J3	8	50	58

Dari tabel 12 diperoleh nilai *makespan job* 9, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.43$

Tabel 13. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 10

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J6	6	0	6	3	J2	7	30	37
1	J4	9	6	15	3	J7	5	37	42
1	J5	8	15	23	3	J1	7	42	49
1	J2	7	23	30	3	J3	5	49	54
1	J7	7	30	37	4	J6	6	15	21
1	J1	5	37	42	4	J4	7	21	28
1	J3	5	42	47	4	J5	5	28	33
2	J6	7	6	13	4	J2	9	33	42
2	J4	5	13	18	4	J7	2	42	44
2	J5	4	18	22	4	J1	4	44	48
2	J2	3	22	25	4	J3	6	48	54
2	J7	5	25	30	5	J6	8	21	29
2	J1	8	30	38	5	J4	2	29	31
2	J3	6	38	44	5	J5	4	31	35
3	J6	2	13	15	5	J2	5	35	40
3	J4	8	15	23	5	J7	6	40	46
3	J5	7	23	30	5	J1	4	46	50

Dari tabel 13 diperoleh nilai *makespan job* 10, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.26$

Tabel 14. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 11

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J6	6	0	6	3	J2	7	30	37
1	J4	9	6	15	3	J7	5	37	42
1	J7	7	15	22	3	J1	7	42	49
1	J5	8	22	30	3	J3	5	49	54
1	J2	7	30	37	4	J6	6	15	21
1	J1	5	37	42	4	J4	7	21	28
1	J3	5	42	47	4	J5	5	28	33
2	J6	7	6	13	4	J2	9	33	42
2	J4	5	13	18	4	J7	2	42	44
2	J7	5	18	23	4	J1	4	44	48
2	J5	4	23	27	4	J3	6	48	54
2	J2	3	27	30	5	J6	8	21	29
2	J1	8	30	38	5	J4	2	29	31
2	J3	6	38	44	5	J5	4	31	35
3	J6	2	13	15	5	J2	5	35	40
3	J4	8	15	23	5	J7	6	40	46
3	J7	5	23	28	5	J1	4	46	50

Dari tabel 14 diperoleh nilai *makespan job* 11, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.71$

Tabel 15. *Duration, Start and Ready Time* Urutan Job 12

Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)	Mesin	Job	Duration (Minutes)	Start (Minutes)	Ready (Minutes)
1	J6	6	0	6	3	J2	7	28	35
1	J4	9	6	15	3	J5	7	35	42
1	J7	7	15	22	3	J1	7	42	49
1	J2	7	22	29	3	J3	5	49	54
1	J5	8	29	37	4	J6	6	15	21
1	J1	5	37	42	4	J4	7	21	28
1	J3	5	42	47	4	J7	2	28	30
2	J6	7	6	13	4	J2	9	30	39
2	J4	5	13	18	4	J5	5	39	44
2	J7	5	18	23	4	J1	4	44	48
2	J2	3	23	26	4	J3	6	48	54
2	J5	4	26	30	5	J6	8	21	29
2	J1	8	30	38	5	J4	2	29	31
2	J3	6	38	44	5	J7	6	31	37
3	J6	2	13	15	5	J2	5	37	42
3	J4	8	15	23	5	J5	4	42	46
3	J7	5	23	28	5	J1	4	46	50

Dari tabel 15 diperoleh nilai *makespan job 12*, $C_{max} = 58$ menit
Mean Flow Time, $\bar{F} = 41.86$

Tabel 16. Rekap Data *Makespan Time* dan *Mean Flow Time* 12 Jobs

Urutan Job-	Urutan Jobs							<i>Makespan, Cmax</i>	<i>Mean Flow Time</i>
1	4	6	2	5	7	1	3	66	48.57
2	4	6	2	7	5	1	3	66	48.86
3	4	6	5	7	2	1	3	66	48.57
4	4	6	5	2	7	1	3	66	48.43
5	4	6	7	5	2	1	3	66	48.86
6	4	6	7	2	5	1	3	66	49.00
7	6	4	2	5	7	1	3	58	41.43
8	6	4	2	7	5	1	3	58	41.71
9	6	4	5	7	2	1	3	58	41.43
10	6	4	5	2	7	1	3	58	41.26
11	6	4	7	5	2	1	3	58	41.71
12	6	4	7	2	5	1	3	58	41.86

KESIMPULAN

Penelitian ini membahas tentang efisiensi waktu produksi es batu dengan cara merancang urutan kedatangan *jobs* yang datang. Waktu proses setiap *job* di dalam setiap tahapan fabrikasi dapat dijadikan sumber analisa dan pengolahan data dengan tujuan akhir adalah urutan *job* yang terbaik. Lewat tabel perhitungan C_{max} dari Algoritma Gupta, diperoleh rekap tabel nilai indikator *Makespan* dan *Mean Flow Time*. Tabel 16 memperlihatkan bahwa urutan *job* ke 7 hingga 12 memiliki nilai *makespan* 58 ($58 < 66$) dan *job*-10 memiliki nilai MFT terkecil (41.26).

Dengan tetap menjaga stabilitas *job* yang datang, akan lebih efisien bagi perusahaan apabila menggunakan urutan *job*-10 (6-4-5-2-7-1-3). Kesenambungan perusahaan yang selama ini sudah berjalan mungkin tidak memerlukan lagi *input* dan *improvisasi*, namun *sustainability* dari proses *continuous improvement* adalah kunci sukses sebuah industri, dan perbaikan terus menerus sebaiknya didefinisikan tidak hanya mengubah yang negatif menjadi positif, melainkan mampu meningkatkan nominal dari positif agar lebih positif lagi.

Daftar Pustaka

- Baker, K. R. 2001. *Elements of Sequencing & Scheduling*. Hanover: Tuck School of Business.
- David D. Bedworth. 1987. *Integrated Production Control Systems, Management, Analysis, Design 2/E*, John Wiley&Sons, New York.
- Ginting, Rosnani. 2009. *Penjadwalan Mesin*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Pinedo, Michael. 1995. *Scheduling , Theory, Algorithms, and Systems*. New Jersey: Prentice Hall.