

PENJADWALAN PRODUKSI PAKAN AYAM PADA MESIN PRESS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND BOUND (STUDI KASUS : PT. JAPFA COMFEED INDONESIA TBK LAMPUNG)

Heri Wibowo¹⁾, Marcelly Widya W.²⁾, Rahmawati Nur Imani³⁾

*^{1),2),3)} Program Studi Teknik Industri Universitas Malahayati
Jl. Pramuka No 27 Kemiling Bandar Lampung 35153
Email : heriwibowo_ti@yahoo.co.id*

Abstrak. *PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Lampung adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi pakan ayam yang dijual ke konsumen atau untuk peternakan sendiri. Masalah yang terjadi pada perusahaan yaitu terdapat mesin press yang menganggur pada bagian produksi pakan ayam sehingga penggunaan mesin yang tersedia kurang termanfaatkan dengan baik. Penjadwalan yang dilakukan perusahaan pada penggunaan mesin press untuk memproduksi pakan ayam pada suatu job belum optimal sehingga menyebabkan mesin menganggur dan waktu penjadwalan produksi pakan ayam kurang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal operasi mesin press yang optimal dengan metode Branch and Bound, menganalisis dan menyusun penjadwalan mesin press dengan metode Branch and Bound dan meminimasi rata-rata waktu proses dalam suatu sistem. Metode Branch and Bound dapat diterapkan pada mesin yang disusun secara paralel dengan kapasitas mesin yang sama. Metode Branch and Bound adalah suatu alat pencarian solusi optimal pada permasalahan optimasi seperti pada masalah penjadwalan dengan mencari batas bawah dari tiap-tiap job yang dikerjakan. Hasil penjadwalan yang digunakan perusahaan dengan nilai makespan 4139.76 jam pada urutan pekerjaan 1-2-3-4, sedangkan dengan metode Branch and ound menghasilkan penjadwalan yang optimal dengan makespan sebesar 2413.88 jam dengan urutan pekerjaan 2-1-4-3. Hasil selisih yang didapat meminimalkan makespan sebesar 1725.88 jam atau 41.69%.*

Kata kunci : *Mesin Press, Metode Branch and Bound, Penjadwalan Produksi*

1. Pendahuluan

Penjadwalan produksi di dunia industri, baik agroindustri maupun industri manufaktur memiliki peran penting sebagai bentuk pengambilan keputusan. Perusahaan berupaya untuk memiliki penjadwalan yang paling efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas yang dihasilkan dengan total biaya dan waktu seminimal mungkin. Penjadwalan harus direncanakan dengan baik agar proses produksi dapat diselesaikan dengan baik dan proses produksi dapat diselesaikan tepat waktu. Dalam perusahaan PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Lampung ditemukan permasalahan pada bagian produksi, terutama pada mesin *press* yang terdiri dari tiga mesin *press* dengan masing-masing kapasitas 15 ton yang disusun secara paralel. Masalah penjadwalan muncul apabila terdapat sekumpulan tugas yang akan dikerjakan oleh suatu mesin. Penjadwalan yang kurang direncanakan dengan baik dapat mengakibatkan suatu mesin menganggur sehingga tidak dapat termanfaatkan. Pada perusahaan PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk Lampung masalah yang terjadi yaitu terdapat mesin *press* menganggur pada bagian produksi pakan ayam sehingga penggunaan mesin yang tersedia kurang termanfaatkan dengan baik. Penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan selama ini kurang efektif karena pada penggunaan mesin *press* tersebut salah satunya sering menganggur dan kurang optimal dalam penggunaannya yang berakibatkan terjadinya jam menganggur.

Penjadwalan secara umum dapat diartikan sebagai pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan/pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Penjadwalan juga merupakan alat ukur yang baik bagi perencanaan agregat [1]. Penjadwalan (*scheduling*) adalah proses pengalokasian sumber daya mesin untuk memilih sekumpul tugas dalam jangka waktu tertentu. Pengertian ini dapat di jabarkan menjadi dua arti yang berbeda. Pertama, penjadwalan merupakan sebuah fungsi pengambilan keputusan, yaitu menentukan jadwal yang paling tepat. Kedua, penjadwalan adalah sebuah teori yang berisikan kumpulan prinsip, model, dan teknik dalam proses pengambilan keputusan [2]. Penjadwalan (*schedulling*) sebagai proses pengurutan secara menyeluruh pada beberapa

mesin dan pengurutan (*sequencing*) didefinisikan sebagai proses pembuatan produk pada satu mesin jangka waktu tertentu [2,3]. Secara umum penjadwalan dapat didefinisikan sebagai suatu pengambilan keputusan tentang penyesuaian aktifitas dan sumber daya dalam rangka menyelesaikan sekumpulan pekerjaan agar tepat pada waktunya dan mempunyai kualitas seperti yang diinginkan. Model penjadwalan dapat dibedakan menjadi 4 jenis keadaan [1,2,3], yaitu:

1. Berdasarkan mesin yang digunakan dalam proses
 - a. Proses pada mesin tunggal
 - b. Proses pada mesin jamak
2. Berdasarkan pola aliran proses
 - a. Aliran *flow shop*, pada pola aliran *flow shop* dijumpai pola aliran proses dari urutan tertentu yang sama. *Flow shop* terbagi menjadi *pure flow shop* dan *general flow shop*. Pada *pure flow shop* berbagai pekerjaan akan mengalir pada lini produksi yang sama dan tidak dimungkinkan adanya variasi. Sedangkan pada *general flow shop* dimungkinkan adanya variasi antara pekerjaan atau pekerjaan yang datang tidak harus dikerjakan di semua mesin [2,4,5].
 - b. Aliran *job shop*, pada pola aliran *job shop* setiap pekerjaan memiliki pola aliran kerja yang berbeda. Aliran proses yang tidak searah ini mengakibatkan pekerjaan yang di kerjakan suatu mesin dapat berupa pekerjaan baru atau pekerjaan yang sedang dikerjakan (*work in process*) atau pekerjaan yang menjadi produk jadi telah diproses di mesin tersebut [2,4,5].
3. Berdasarkan pola kedatangan *job*
 - a. Kedatangan statis, pada pola ini pekerjaan datang bersamaan pada waktu nol dan siap dikerjakan atau kedatangan pekerjaan bisa tidak bersamaan tetapi saat kedatangan telah diketahui sejak waktu nol [2,4,5].
 - b. Kedatangan dinamis, mempunyai sifat kedatangan pekerjaan tidak menentu [2,4,5].
4. Berdasarkan sifat informasi yang diterima
 - a. Deterministik, memiliki kepastian informasi tentang parameter dalam model, misalnya informasi tentang waktu kedatangan pekerjaan, jumlah mesin, kapasitas mesin dan waktu proses [2,4,5].
 - b. Stokastik, mengandung unsur ketidakpastian [2,4,5].

Metode Branch and Bound merupakan solusi optimal dalam menentukan penjadwalan berdasarkan *makespan* yang mempunyai setidaknya tiga mesin dalam pemrosesannya. Harapan terbaik yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan pengurutan permutasi, dan hal ini dapat digunakan dengan menggunakan metode Branch and Bound. [6]. Berikut ini adalah karakteristik metode Branch and Bound untuk meminimumkan masalah [6,7] :

1. Aturan *branching* yaitu mencabangkan semua solusi yang mungkin.
 2. Aturan *lower bounding* yaitu menetapkan batas bawah pada setiap solusi yang ada pada aturan *branching*.
 3. Strategi pencarian yaitu memilih *node* dari setiap cabang.
- Adapun langkah-langkah penjadwalan produksi dengan metode Branch and Bound antara lain [6,7] :

1. Daftarkan semua pekerjaan yang akan dikerjakan dan waktu penyelesaian di tiap-tiap mesin.
2. Pada *partial sequence* ke i , hitung q_i hingga q_{m+1} .
3. Hitung besarnya l_m hingga l_{m+1} .
4. Bandingkan semua nilai l_m yang paling maksimum menjadi nilai L pada urutan tersebut.
5. Bandingkan semua nilai L_i , pilih minimum L_i .

6. Job dengan nilai L_i terendah dijadwalkan terlebih dahulu kemudian job tersebut dihilangkan dari daftar job yang akan dikerjakan. Ulangi langkah tersebut sampai semua pekerjaan tersebut terjadwalkan.

Algoritma metode Branch and Bound adalah [6,7] :

$$b_1: q_1 + \sum_{i \in J_{r'}} t_i + \min_{i \in J_{r'}} (t_{i2} + t_{i3}) \quad (1)$$

$$b_2: q_2 + \sum_{i \in J_{r'}} t_i + \min_{i \in J_{r'}} (t_{i3}) \quad (2)$$

$$b_3: q_3 + \sum_{i \in J_{r'}} t_{i3} \quad (3)$$

Jika menggunakan perhitungan dengan persamaan (1), (2) dan (3), maka batas bawah yang disarankan adalah [6,7] :

$$B = \max (b_1, b_2, b_3, \dots, b_m) \quad (4)$$

Keterangan notasi :

t_{j1} = Waktu proses untuk job i pada mesin 1
 B_{j2} = Waktu proses untuk job i pada mesin 2
 C_{j3} = Waktu proses untuk job i pada mesin 3
 J_r = Jadwal pekerjaan penjadwalan ulang
 $J_{r'}$ = Jadwal pemeriksaan ulang pekerjaan
 q = Waktu selesai pekerjaan
 B/b = Batas bawah

2. Pembahasan

Waktu proses operasi merupakan total waktu mesin *press* beroperasi dalam menghasilkan produk. Waktu proses operasi merupakan estimasi waktu penyelesaian pekerjaan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Data Waktu Operasi Mesin Press

Job	Waktu Mesin (Jam)			Total Nilai Makespan
	Mesin 1 (A)	Mesin 1 (B)	Mesin 1 (C)	
PAR G LB	422.39	139.95	494.37	1056.71
PAR JANTAN	334.63	105.12	353.27	793.02
PAR L 1 LB	461.2	171.97	519.64	1152.81
PAR L 2 LB	460	163.46	513.76	1137.22
Jumlah				4139.76

Berikut adalah contoh perhitungan waktu operasi mesin *press* bulan Januari 2017 pada job pertama.

Untuk job pertama :

$q_1 = t_{11} = 422.39$ jam.

$q_2 = t_{11} + t_{12} = 422.39 + 139.95 = 562.34$ jam.

$q_3 = t_{11} + t_{12} + t_{13} = 422.39 + 139.95 + 494.37 = 1056.71$ jam.

Batas bawah :

$$b1 = q1 + \sum_i E_{jr'} t_i + \min E_{jr'} (t_{i2} + t_{i3})$$

$$= 422.39 + (334.63 + 461.2 + 460) + \min (105.12 + 353.27), (184.37 + 519.64), (163.46 + 513.76)$$

$$= 2136.61 \text{ jam.}$$

$$b2 = q2 + \sum_i E_{jr'} t_i + \min E_{jr'} (t_{i3})$$

$$= 562.34 + (105.12 + 171.97 + 163.46) + \min (353.27), (519.64), (513.76) = 1356.16$$

$$b3 = q3 + \sum_i E_{jr'} t_{i3} + \min E_{jr'} (t_{i3}) = 1056.71 + (353.27 + 519.64 + 513.76) = 2443.38$$

$$B = \max (b1, b2, b3, \dots, b_m) = \max = 2443.38 \text{ jam}$$

Tabel 2. Data Waktu Operasi Mesin *Press*.

Mesin/ Job	1	2	3	4
M 1	422.39	334.63	461.2	460
M 2	139.95	105.12	171.97	163.46
M 3	494.37	353.27	519.64	513.76

Pada perhitungan waktu proses operasi pada mesin *press* didapatkan hasil maksimal pada job pertama yaitu 2443.38 jam dan hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikutnya.

a. Iterasi 1

Tabel 3. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 1

Mesin/ Job	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄
M 1	422.39	334.63	461.2	460
M 2	562.34	439.75	633.17	623.46
M 3	1056.71	793.02	1152.81	1137.22

Tabel 4. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 1

Mesin/ Job	b1	b2	b3	b4
M 1	2136.61	2312.54	2136.61	2136.61
M 2	1356.16	1268.4	1394.97	1393.77
M 3	2443.38	2320.79	2514.21	2504.5
B	2443.38	2320.79	2514.21	2504.5

Urutan Penjadwalan : 2

b. Iterasi 2

Tabel 5. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 2

Mesin/ Job	q ₁	q ₃	q ₄
M 1	757.02	795.83	794.63
M 2	896.97	980.2	958.09
M 3	1391.34	1499.84	1471.85

Tabel 6. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 2

Mesin/ Job	B1	B3	B4
M 1	2355.44	2312.54	2312.54
M 2	1746.16	1777.98	1764.38
M 3	2424.74	2507.97	2485.86
B	2424.74	2507.97	2485.86

Urutan Penjadwalan : 2-1

c. Iterasi 3

Tabel 7. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 3

Mesin/ Job	q ₃	q ₄
M 1	1218.22	1217.02
M 2	1402.59	1380.48
M 3	1922.23	1894.24

Tabel 8. Hasil Perhitungan Branch and Bound Iterasi 3

Mesin/ Job	b3	b4
M 1	2355.44	2369.83
M 2	2079.81	2072.09
M 3	2435.99	2413.88
B	2435.99	2413.88

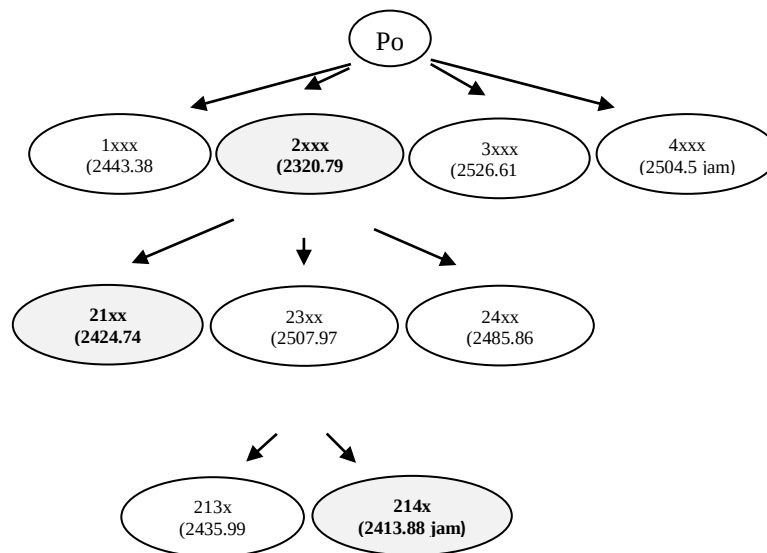
Urutan penjadwalan : 2-1-4-3

Dengan demikian didapatkan urutan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode Branch and Bound adalah [2-1-4-3] dengan makespan sebesar 2413.88 jam.

Perhitungan waktu terpanjang yang di dapatkan (*makespan*) sesuai dengan metode Branch and Bound adalah 2413.88 jam. Rumus dari perhitungan Efisiensi nilai makespan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi} &= \frac{\text{Nilai makespan sekarang} - \text{Nilai makespan usulan}}{\text{Nilai Maskepan sekarang}} \times 100 \\
 &= \frac{4139.76 \text{ jam} - 2413.88 \text{ jam}}{4139.76 \text{ jam}} \times 100 \\
 &= \frac{1725.88 \text{ jam}}{4139.76 \text{ jam}} \times 100 \% = 41.69 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan penjadwalan mesin *press* pada setiap iterasi sesuai pada waktu proses operasi dapat digambarkan pada percabangan diagram pohon dibawah ini untuk menentukan urutan job yang akan dikerjakan pada ketiga mesin *press* terlebih dahulu. Nilai Branch and Bound merupakan nilai yang ditujukan untuk pencarian solusi secara sistematis, yang diimplementasikan ke dalam suatu pohon ruang status dinamis. Pada metode ini, masalah digambarkan dalam bentuk diagram pohon dimana masing-masing cabang menggambarkan urutan parsial. Untuk menentukan bagian mana yang menjadi cabang, dihitung *makespan* terendah dari masing-masing cabang.



Gambar 1. Diagram Pohon Branch and Bound

Penugasan dan penjadwalan produksi dengan metode Branch and Bound dapat digunakan untuk membagi setiap pekerjaan pada ketiga mesin *press* dengan kapasitas sama, sehingga dapat meminimumkan waktu proses produksi, serta menghindari waktu mesin menganggur. Penjadwalan mesin *press* dengan menggunakan metode branch and bound pada setiap job dilakukan sesuai perhitungan pada setiap batas bawah makespan nilai terkecil dari iterasi pertama hingga iterasi ketiga pada tabel diatas sebelumnya. Adapun job pertama yang harus dikerjakan sesuai *makespan* yang terkecil dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 9. Daftar Job Sesuai Batas Bawah Nilai Makespan

Job	Total Nilai Maskepan
PAR G LB	2320.79
PAR JANTAN	2424.74
PAR L 1 LB	2413.88
PAR L 2 LB	2435.99

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa data waktu operasi perusahaan, *makespan* yang dihasilkan adalah sebesar 4139.76 jam, sedangkan penjadwalan produksi dengan menggunakan metode Branch and Bound menghasilkan *makespan* sebesar 2413.88 jam, yang menunjukkan penyelesaian pekerjaan yang lebih singkat dan lebih efisien dengan selisih waktu 1725.88 jam atau 41.69% dibandingkan dengan penjadwalan yang dilakukan oleh perusahaan. Penggunaan untuk penjadwalan mesin *press* pada perusahaan dengan urutan pekerjaan 1-2-3-4 masih menyebabkan terjadinya mesin menganggur, sedangkan dengan penjadwalan menggunakan metode Branch and Bound dengan urutan pekerjaan 2-1-4-3 dapat mengurangi terjadinya mesin menganggur.

Tabel 10. Perbandingan Urutan Job Perusahaan dengan Job Perhitungan Metode Branch and Bound

Job	Data Perusahaan	Total Nilai Makespan	Metode Branch and Bound	Total Nilai Makespan
PAR G LB	1	1056.71	2	2320.79
PAR JANTAN	2	793.02	1	2424.74
PAR L 1 LB	3	1152.81	4	2413.88
PAR L 2 LB	4	1137.22	3	2435.99

Pada perbandingan tabel di atas, metode Branch and Bound mendapatkan hasil yang optimal untuk melakukan proses operasi pada mesin *press* sesuai job yang akan di kerjakan untuk mengefisiensikan waktu penggunaan dan menghindari mesin mengganggur.

3. Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode Branch and Bound didapatkan solusi optimal untuk penjadwalan produksi dengan *makespan* sebesar 2413.88 jam dengan urutan pekerjaan 2-1-4-3, sedangkan data perusahaan dengan nilai *makespan* 4139.76 jam dengan urutan pekerjaan 1-2-3-4, sehingga penjadwalan produksi dengan metode Branch and Bound dapat meminimasi *maskepan* sebesar 1725.88 jam atau 41.69 %.

Daftar Pustaka

- [1]. Ginting, Rosnani. 2009. Penjadwalan Mesin Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2]. Wibowo, Heri, “Penjadwalan Mesin *Screw Press* Stasiun Kempa Pada Produksi *CPO (Crude Palm Oil)* Dan *Kernel* Dengan Menggunakan Metode Indikator”, Jurnal Spektrum Industri Vol. 14 No. 1 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, pp 45-52, April 2016.
- [3]. Baker, Kenneth R., Trietsch. 2009. *Principles Of Sequencing And Scheduling*. John Wiley & Sons,inc.
- [4]. Assuari, Sofyan. 1997. Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Keempat. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- [5]. Buffa, Elwood S. dan Rakesh K. Sarin. 1996. Manajemen Operasi dan Produksi Modern Edisi Kedelapan. Binarupa Aksara, Jakarta.
- [6]. Widyawati, S. dan Abusini, S. “Penjadwalan Produksi Untuk Meminimumkan *Makespan* Pada *Flow Shop* Menggunakan Metode *Branch And Bound*”, Jurnal Mahasiswa Matematika. Vol 3. No 1. Universitas Brawijaya Malang, pp 61-64, Januari 2015.
- [7]. Kurniati, A, Herlina, L, dan Kurniawan, B. “Penjadwalan Produksi *Painted* Di PT. ABC Dengan *Algoritma Branch And Bound Dan Neighbourhood Search* Untuk Meminimasi *Mean Flow Time*”, Jurnal Teknik Industri Vol 2. No 2. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, pp 145-152, Juli 2014.