

PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PENDEKATAN ALGORITMA GENETIKA DI PT PERTANI (PERSERO) CABANG D.I. YOGYAKARTA

Alex Alfandianto, Yohanes Anton Nugroho, Widya Setiafindari

Program Studi Teknik Industri Universitas Teknologi Yogyakarta
alexalfandianto@gmail.com, yohanesanton@uty.ac.id

ABSTRACT

PT Pertani (Persero) has problems in fulfilling orders of subsidized rice seeds. This condition happens because production scheduling is not optimal, thus causing high makespan. This research tries to provide an alternative way to this company by way of job scheduling that is Genetic Algorithm. This approach is used in optimizing makespan, mean flow time and latency. Scheduling results with the Genetic Algorithm approach for December 2016 orders resulted in a reduction of makespan from 2.3 months become 2.1 months, maximum lateness from 43 days become 31 days, mean flow time from 42 days become 35 working days.

Keywords: *genetic algorithm, scheduling, makespan, mean flow time, lateness*

ABSTRAK

PT Pertani (Persero) memiliki masalah dalam memenuhi pesanan bibit padi bersubsidi. Kondisi ini terjadi karena penjadwalan produksi tidak optimal, sehingga menyebabkan makespan tinggi. Penelitian ini mencoba memberikan alternatif kepada perusahaan dengan cara penjadwalan produksi yaitu Algoritma Genetika. Pendekatan ini digunakan dalam mengoptimalkan *makespan*, *mean flow time* dan *latency*. Hasil penjadwalan dengan pendekatan Algoritma Genetika untuk bulan Desember 2016 menghasilkan pengurangan *makespan* dari 2,3 bulan menjadi 2,1 bulan, keterlambatan maksimum dari 43 hari menjadi 31 hari, waktu alir rata-rata dari 42 hari menjadi 35 hari kerja.

Kata kunci: algoritma genetika, penjadwalan, makespan, mean flow time, lateness

Pendahuluan

PT Pertani (Persero) merupakan Perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang memproduksi benih padi bersubsidi di wilayah UPB (Unit Produksi Benih) Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Proses produksi benih padi di PT Pertani (Persero) dilakukan secara *batch* dengan kapasitas 10 ton/hari. Proses produksi benih padi di PT Pertani (Persero) UPB Sleman dilakukan pada tanggal 12 Januari - 14 April 2017, dengan jumlah produksi mencapai 587,5 ton benih padi yang ditangkarkan dalam 117,5 hektar area penangkaran. Target benih Kotor yang telah diproduksi untuk memasok pesanan per catur wulan mencapai 467,65 ton benih padi bersih. Namun, benih kotor yang belum produksi PT Pertani (Persero) mencapai 119,8 ton per catur wulan.

Dari hasil yang didapatkan pada bagian produksi, khususnya produksi benih padi bersubsidi, masalah yang dihadapi perusahaan pada saat ini adalah keterlambatan (*lateness*) dalam pemenuhan pesanan (*ordering*) benih padi Bersih bersubsidi ke distributor PSO (*Public Service Obligation*). Target yang seharusnya 100 ton/bulan benih padi bersubsidi, namun hanya terealisasi 70,6 ton/bulan. Dampaknya benih padi yang seharusnya sudah masuk proses tanam, mengalami keterlambatan rata-rata 1 bulan. Penyebab keterlambatan pasokan benih padi disebabkan oleh hasil uji laboratorium BPSB (Badan Penelitian dan Sertifikasi Benih) terhadap kandungan air benih padi kotor.

Beberapa peneliti yang berusaha mengoptimalkan penjadwalan produksi diantaranya Ariyani (2008), Vilcot dan Billaut

(2008), Suriadi (2011) dan Kurniawan (2014). Penelitian tersebut mencoba mengembangkan cara alternatif dalam penjadwalan produksi dengan pendekatan algoritma genetika. Berdasarkan hasil analisis penyebab adanya keterlambatan, maka dalam pencarian cara alternatif dianjurkan menggunakan pendekatan Algoritma Genetika bertujuan untuk mengoptimalkan terjadinya keterlambatan, waktu alir produksi dan waktu produksi, waktu alir produksidan waktu produksi. Diharapkan dengan pemanfaatan penjadwalan yang efektif, semua pesanan dapat diselesaikan tepat waktu dengan sumber daya yang efisien.

Landasan Teori

Landasan teori algoritma genetika digunakan untuk mengoptimasi parameter dengan ruang lingkup yang besar dengan pemilihan parameter yang lebih optimal yaitu menggunakan algoritma genetika (Wang et al, 2013). Algoritma genetika memiliki kekurangan, seperti pemilihan parameter yang salah berakibat pada lemahnya akurasi yang dihasilkan. Permasalahan yang mendominasi pada algoritma genetika ialah memperoleh cara alternatif yang optimal setelah serangkaian cara dilakukan pengulangan, akan tetapi konsep ini dapat dijawab dengan memilih notasi parameter yang tepat.

1. Inisialisasi populasi awal ialah suatu pendekatan untuk memperoleh kromosom-kromosom awal. Jumlah individu pada populasi awal merupakan masukan dari pengguna. Setelah total individu pada populasi awal didapatkan, dibangkitkan inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat pada populasi tersebut.
2. Pengkodean Individu
Beberapa definisi penting yang perlu diperhatikan dalam mendefinisikan individu untuk membangun penyelesaian permasalahan dengan algoritma genetika adalah sebagai berikut:
 - a. Gen adalah sebuah nilai yang menotasikan satuan dasar yang membentuk suatu makna tertentu dalam satu kesatuan genetika yang

diinisialisasikan dengan kromosom. Dalam algoritma genetika, gen ini bisa berupa nilai biner, *float*, integer maupun karakter, atau kombinatorial.

- b. *Allele* adalah sebuah nilai dari unsur gen
 - c. Kromosom, gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu.
3. Manfaat evaluasi dalam algoritma genetika adalah sebuah cara yang memberikan penilaian kepada kromosom agar dijadikan suatu pondasi dalam mencapai konsep optimasi pada algoritma genetika (Suyanto, 2005). Pada persamaan algoritma genetika ini mempunyai nilai yang menunjukkan jumlah hari dalam satu bulan, dengan ketentuan nilai tersebut harus kurang dari 30. Dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2.

$$(job_1)+2(job_2)+3(job_3)+4(job_4) - (30) = <30$$

Maka fungsi objektif (kromosom) yang dapat digunakan untuk mendapatkan solusi adalah:

$$Fungsi\ objektif = |(job_1)+2(job_2)+3(job_3)+4(job_4) - (30)|$$

4. Nilai fitness yang dikembangkan untuk proses seleksi menggunakan roda rolet, atau dengan cara menghitung fungsi objektif dibagi dengan total fungsi objektif. Mengapa hal itu terjadi, karena pada saat melakukan proses nilai *random*, akan mengakibatkan penggabungan nilai yang sama dengan kromosom lainnya. Nilai *fitness* inilah yang nantinya akan digunakan pada tahap seleksi berikutnya (Kusumadewi, 2003). Perhitungan untuk memproses nilai rolet pada fungsi objektif, dapat dilihat pada persamaan 3 dan persamaan 4.

$$Fungsi\ Fitness = (1 / (fungsi\ objektif))$$

$$Roulette\ (R) = fungsi\ objektif / total\ fungsi\ objektif$$

5. Seleksi adalah proses penentuan induk untuk produksi ulang (dilandaskan pada fungsi fitness). Pada tahap ini menjadi: Total nilai $fitness = \text{nilai fitness } k1 + \text{nilai fitness } k2 + \dots + n$ dengan $n = \text{jumlah kromosom yang ditentukan}$ dan $k = \text{kromosom}$. Rumusnya ditampilkan pada persamaan 5.

$$Probabilitas = P[ke-i] = \frac{fitness[ke-i]}{total fitness} \quad (5)$$

6. Pindah silang atau *crossover* adalah sebuah proses yang membentuk kromosom baru dari dua kromosom induk dengan menggabungkan bagian informasi dari masing-masing kromosom. Kromosom baru dihasilkan dari *crossover* yang disebut anak kromosom.
7. Semakin besar nilai (P_c), semakin cepat pula *string* baru muncul dalam populasi (Basuki, 2003). Rumusnya dapat ditampilkan pada persamaan 6 dan 7.

$$P_c [1] = P_1$$

$$P_c [ke-n] = P_1 + P_2 + P_3 \dots n = 1,00$$

8. *Mutasi* merupakan proses mengubah secara acak nilai dari satu atau beberapa gen dalam suatu kromosom. Mutasi adalah operator algoritma genetika yang bertujuan untuk membentuk individu-individu yang baik atau memiliki kualitas di atas rata-rata. Mutasi (μ) dikombinasikan dengan anak kromosom yang terbentuk dengan jumlah gen setiap kromosom, diharapkan ada kromosom dari gen pada populasi dan akan bermutasi (Basuki, 2003) Formulanya dapat ditunjukkan pada persamaan 8 dan 9.

$$Offspring [ke-i] = Kromosom [i] \times Kromosom [with i]$$

$$Offspring [ke-ii] = Kromosom [ii] \times Kromosom [with ii]$$

Jumlah kromosom yang mengalami mutasi dalam satu populasi ditentukan oleh parameter *mutation rate*. Proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih dengan suatu nilai baru yang didapatkan setelah *offspring*.

Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Pertama hitung dahulu panjang total gen yang ada dalam satu populasi.

$$Total Gen = (\text{jumlah gen kromosom}) \times (\text{jumlah kromosom})$$

Pemilihan posisi gen yang mengalami mutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan integer. Variabel *mutation rate* (μ) maka sub-kromosom yang mengalami mutasi. Ketentuan μ : mutasi ke-1=10%, ke-2=20%, ke-3 =30%, ke-4=40%, ke-5=50%. (Achmad T, 2003)

2. Apabila sampai dengan mutasi ke 5 tidak menemukan titik optimal maka proses selanjutnya adalah dengan mengulang pada tahap parameter algoritma genetika kembali. Berikut formula proses perhitungan *mutation rate* (μ):(7)

$$Mutasi ke-i = (\% ke-) \times (Total Gen) \quad (11)$$

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Pertani (Persero) Cabang DI Yogyakarta yang beralamat di Jln. Arteri, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55282. Penelitian ini lebih berkonsentrasi pada produksi benih padi.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif dipilih karena penelitian ini merupakan penelitian ilmiah yang bertujuan untuk mengembangkan model-model matematis dengan melibatkan pengukuran yang berkaitan dengan penjadwalan produksi di PT Pertani.

(9)

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan hasil pencarian alternatif dari 24 generasi, memperoleh jumlah kromosom yang paling optimal dan terseleksi menjadi generasi maksimum. Penelitian ini mencoba membandingkan penjadwalan produksi untuk pemenuhan order yang masuk pada bulan Desember 2016, dan mulai dikerjakan pada bulan Januari 2017.

Nilai kromosom yang didapatkan dengan menggunakan algoritma genetika adalah:

$$\text{Kromosom [8]} = [8 ; 8 ; 5 ; 5]$$

Nilai kromosom tersebut selanjutnya dilakukan *decode*, sehingga didapatkan hasil

$$\text{Dekode [8]} = [i = 8 ; i = 8 ; k = 5 ; k = 5]$$

Setelah dilakukan *decode*, maka selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi objektif menggunakan persamaan 2. Hasilnya ditunjukkan sebagai berikut :

Fungsi Objektif

$$= (\text{job}_1) + 2(\text{job}_2) + 3(\text{job}_3) + 4(\text{job}_4) - (30)$$

$$= [(8) + (2 \cdot 8) + (3 \cdot 5) + (4 \cdot 5)] - (30)$$

$$= (8 + 16 + 15 + 20) - (30)$$

$$= 29$$

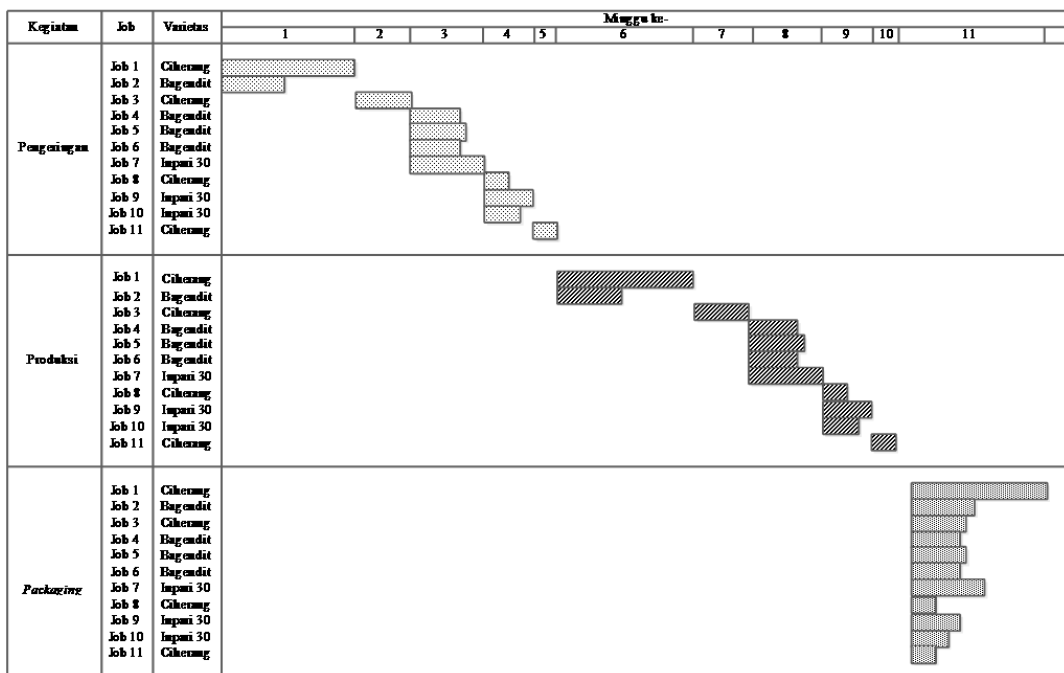
Setelah melakukan pencarian solusi yang mendekati titik optimal, dengan beberapa kali proses iterasi, yaitu evaluasi, seleksi, *crossover* dan mutasi secara berulang sampai diperoleh solusi yang optimal. Perbandingan

total nilai fungsi objektif sebelum mutasi dan sesudah mutasi tersebut akan digunakan untuk membandingkan *makespan* dari penjadwalan menggunakan metode Perusahaan dan algoritma genetika. Hasil perbandingan fungsi obyektif sebelum dan sesudah mutasi ditunjukkan pada tabel 1.

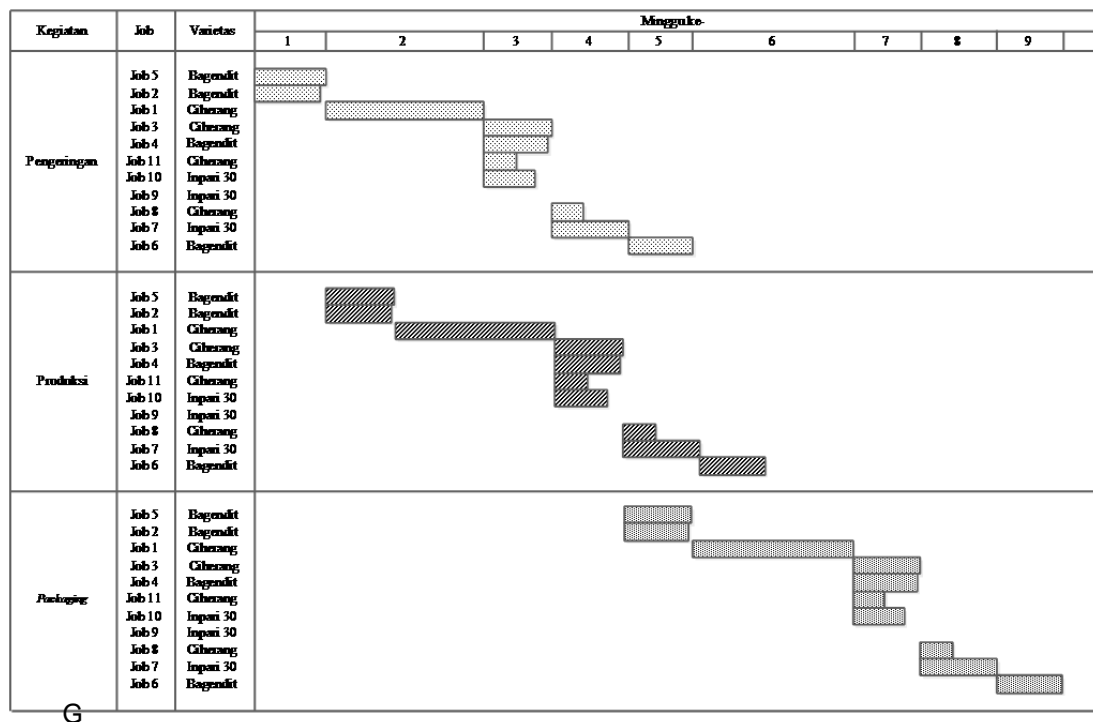
Tabel 1. Hasil perbandingan fungsi objektif sebelum dan sesudah mutasi

Urutan Job	Total Fungsi Objektif	Total Kromosom	Makespan (Hari)	Makespan (Bulan)
Sebelum Mutasi	870	11	79	2,3
Sesudah Mutasi	736	11	67	2,1

Nilai *makespan* (hari) dan *makespan* (bulan) tersebut merupakan berapa jumlah waktu produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi pesanan pada bulan Desember 2016. Penggunaan algoritma genetika dapat mengurangi *flow time* dan *makespan*, hal ini didapatkan pada titik optimal dalam penyelesaian *job* pada pesanan bulan Desember 2016 adalah *job* k-8 atau pada Kromosom [8] = [8 ; 8 ; 5 ; 5]. Adapun *ganttt chart* dari kedua metode pada bulan Desember 2016.



Gambar 1. Jadwal produksi dengan metode perusahaan



Gambar 2. Jadwal produksi metode algoritma genetika

Hasil penentuan *mean flow time* dan *maximum lateness* menunjukkan bahwa metode penjadwalan Perusahaan dan metode penjadwalan algoritma genetika menghasilkan kebutuhan yang berbeda, di mana dengan penjadwalan menggunakan algoritma genetika

membutuhkan *mean flow time* dan *maximum lateness* yang lebih kecil. Berikut adalah hasil perhitungan, baik dari perusahaan dan algoritma genetika pada pesanan bulan Desember 2016.

Tabel 2. *Mean flow time* dan *maximum lateness* Metode Perusahaan

Activity	Job	Processing	Completion	Due	Lateness
		Time (Day)	Time	Date	
Pengeringan	[1, 2]	5	5	35	-30
	[3]	4	9	35	-26
	[4, 5, 6, 7]	7	16	35	-19
	[8, 9, 10]	7	23	35	-12
	[11]	3	26	35	-9
Produksi	[1, 2]	5	31	35	-4
	[3]	4	35	35	0
	[4, 5, 6, 7]	7	42	35	7
	[8, 9, 10]	7	49	35	14
	[11]	3	52	35	17
Packaging	[1, 2]	5	57	35	22
	[3]	4	61	35	26
	[4, 5, 6, 7]	7	68	35	33
	[8, 9, 10]	7	75	35	40
	[11]	3	78	35	43
<i>Mean Flow Time</i> (hari)			42		
<i>Maximum Lateness</i> (hari)					43

Tabel 3. *Mean flow time* dan *lateness* metode algoritma genetika

Activity	Job	Processing	Completion	Due	Lateness
		Time (Day)	Time	Date	
Pengerangan	[5, 2]	4	4	35	-31
	[1]	3	7	35	-28
	[3, 4, 11, 10]	6	13	35	-22
	[9, 8, 7]	6	19	35	-16
	[6]	3	22	35	-13
Produksi	[5, 2]	4	26	35	-9
	[1]	3	29	35	-6
	[3, 4, 11, 10]	6	35	35	0
	[9, 8, 7]	6	41	35	6
	[6]	3	44	35	9
Packaging	[5, 2]	4	48	35	13
	[1]	3	51	35	16
	[3, 4, 11, 10]	6	57	35	22
	[9, 8, 7]	6	63	35	28
	[6]	3	66	35	31
Mean Flow Time(hari)			35		
Maximum Lateness(hari)					31

Berdasarkan perbandingan Tabel 2 dan Tabel 3, penjadwalan produksi metode perusahaan menyebabkan terjadinya keterlambatan maksimum (*maximum lateness*) 43 hari, sementara apabila dengan algoritma *maximum lateness* hanya 31 hari. Selain dapat meminimalkan terjadinya keterlambatan, penjadwalan dengan algoritma genetika di PT Pertani dapat meminimalkan waktu alir rata-rata (*mean flow time*), di mana terjadi penurunan dari metode penjadwalan perusahaan sebesar 42 hari menjadi 35 hari apabila menggunakan penjadwalan dengan algoritma genetika. Perbandingan *makespan* untuk pemenuhan order bulan Desember 2016 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Makespan

	Metode	
	Perusahaan	Algoritma Genetika
Makespan (Minggu)	11	9
Makespan (bulan)	2,3	2,1

Simpulan

Hasil yang diperoleh dari analisis penjadwalan dengan metode penjadwalan algoritma genetika untuk order pemenuhan order bulan Desember 2016 mendapatkan hasil kebutuhan *makespan*, *mean flowtime*, dan *maximum lateness* yang lebih rendah dibandingkan dengan metode perusahaan. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka metode penjadwalan dengan algoritma genetika layak untuk diimplementasikan di PT Pertani (Persero) Cabang Daerah Istimewa Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Ariyani. 2008. *Usulan Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika (studi kasus di PT Agronesia, Bandung)*, repository, Universitas Kristen Maranatha, file tersedia di http://repository.maranatha.edu/4773/11/0423105_Journal.pdf diakses 10 Mei 2017.
- Basuki, A. (2003). *Algoritma Genetika: Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan Searching, Optimasi dan Machine Learning*, PENS - ITS Surabaya, file tersedia di <http://basuki.lecturer.pens.ac.id/lecture/>

[AlgoritmaGenetika.pdf](#) diakses 10 Mei 2017.

- Kurniawan, H., Sofianti, Pratama, and Tanaya, 2014, Optimizing Production Scheduling Using Genetic Algorithm in Textile Factory, *Journal of System and Management Sciences*, Vol 4, No 4, pages 27-44.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Suriadi A.S, Hamida, Ulil, Irvani, dan Anna N, 2005, *Penggunaan Algoritma Genetika pada Penjadwalan Produksi di PT DNP Indonesia Pulo Gadung*, repository, STMI Jakarta, Jakarta.
- Suyanto, (2005), *Algoritma genetika dalam Matlab*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wang, Y., Li, Y., Wang, Q., Lv., Y., Wang, S., Chen, X., and Li, X., 2014, Computational Identification of Human Long Intergenic No-coding RNAs Using a GA-SYM, *Gene*, Vol 533, Issue 1, pages 94-96.
- Vilcot, G, and Jean-Charles Billaut, Discrete Optimization A Tabu Search And A Genetic Algorithm For Solving A Bicriteria General Job Shop Scheduling Problem, *European Journal of Operational Research*, Vol 190, Pages 398–411.