

## SIMULASI ANTRIAN MESIN DALAM PENGOLAHAN PERTANIAN DENGAN METODE *JOB SHOP SCHEDULLING PROBLEM*

Satriyo Adhy, Edy Suharto  
Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang

**Abstrak:** Pengolahan beberapa bidang lahan pertanian menyebabkan suatu permasalahan antrian untuk penggunaan sejumlah mesin. Dalam makalah ini digunakan metode antrian *Job Shop Scheduling Problem* (JSP) yang dianggap paling mendekati persoalan tersebut. Dengan metode pendekatan JSP ini dihasilkan solusi berupa perangkat lunak simulasi dari permasalahan tentang antrian penggunaan mesin untuk pengolahan beberapa bidang lahan pertanian. Diharapkan solusi ini dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, sedangkan untuk pengembangan lebih lanjut disarankan penambahan beberapa variabel relevan untuk studi kasus yang lebih khusus.

**Kata Kunci:** simulasi, antrian, *Job Shop Scheduling Problem*

### PENDAHULUAN

Pengolahan beberapa bidang lahan pertanian menyebabkan suatu permasalahan antrian untuk penggunaan sejumlah mesin. Setiap lahan diolah dengan suatu urutan proses tertentu. Setiap proses berjalan dalam suatu kurun waktu tertentu dan memerlukan sebuah mesin yang tertentu pula. Diperlukan penjadwalan penggunaan setiap mesin untuk mengolah setiap lahan sehingga tidak terjadi konflik penggunaan mesin secara bersama, dan terlebih lagi waktu total penggunaan semua mesin diharapkan optimal. Untuk itu, akan dibahas bagaimana menyelesaikan permasalahan antrian penggunaan sejumlah mesin. Dalam hal ini digunakan metode *Job Shop Scheduling Problem* (JSP) dengan menggunakan algoritma genetika, sehingga didapatkan urutan *schedule* (jadwal) sedemikian sehingga jadwal tersebut diupayakan mempunyai waktu yang optimal.

### TINJAUAN PUSTAKA

Job shop secara umum adalah terdapat  $m$  buah mesin dan  $n$  buah jobs yang harus diproses. Tiap job terdapat  $l$  buah operasi yang harus diproses dalam jadwal tertentu. Job boleh tidak memerlukan semua dari  $m$  mesin dan boleh menggunakan beberapa mesin lebih dari satu kali. Operasi hanya boleh diproses pada satu mesin. Permasalahan utama dalam JSP adalah untuk menentukan jadwal untuk tiap job dan tiap mesin, jadwal tersebut mengatur job mana yang harus diselesaikan oleh satu mesin atau lebih. Total waktu proses dipengaruhi oleh waktu setup (waktu dimulainya pemrosesan tiap job). Job tidak dapat diinterupsi ketika job tersebut telah mulai diproses.

Jika  $n$  jobs dikerjakan dengan mesin tunggal maka terdapat  $n!$  pilihan jadwal yang mungkin. Sehingga jika terdapat  $m$  mesin maka akan terdapat  $(n!)^m$  pilihan jadwal yang mungkin. Tiap jadwal dapat dievaluasi dengan berbagai macam pengukuran, tingkat keberhasilan pengukuran berhubungan dengan waktu yang dihabiskan satu job dalam jadwal atau pengoptimalan waktu mesin atau keduanya. Terdapat beberapa tingkat keberhasilan pengukuran. Pertama, *flowtimes* adalah jumlah waktu yang dihabiskan tiap job dalam jadwal, ini hamper mirip dengan pekerjaan dalam proses inventori. Kedua, *makespan* adalah total waktu untuk seluruh job dalam prosesnya. Ketiga, *lateness and earliness* adalah pengukuran nilai deviasi dari pertama dan kedua. Keempat, *machine and labor utilization* adalah pengoptimalan penggunaan mesin dan pekerja. Pemilihan jadwal berdasarkan pada sasaran untuk meminimalisasi *makespan*, meminimalisasi rata-rata *flowtime*, dan lain-lain.

Jadi JSP merupakan permasalahan penjadwalan dari sejumlah  $n$  pekerjaan pada sejumlah  $m$  mesin. Contoh dari JSP adalah permasalahan membaca surat kabar, terdapat sejumlah orang yang hendak membaca sejumlah buah surat kabar. Tiap orang akan membaca semua surat kabar yang ada, sebagai gambaran jika terdapat 4 orang dan 4 surat kabar maka akan terdapat 331776 kemungkinan jadwal atau  $(n!)^m$  kemungkinan untuk permasalahan yang lain. Permasalahan yang menjadikan JSP layak diteliti adalah menjadwalkan seluruh  $n$  pekerjaan dengan suatu jadwal yang dapat mengoptimalkan nilai tertentu dalam hal ini adalah waktu proses pada tingkat ukuran tertentu.

Dalam penyusunan penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Metode presentasi yang digunakan operation-based representation yaitu metode presentasi yang berbasis pada operasi dalam pekerjaan.
2. Jumlah mesin m, jumlah job n serta operasi-operasi yang terdapat dalam pekerjaan tersebut.
3. Sebuah pekerjaan tepat mengunjungi satu mesin sekali.
4. Tiap mesin hanya dapat memproses sebuah operasi pada satu waktu dan selalu siap setiap waktu tanpa adanya gangguan kerusakan atau dalam perbaikan.
5. Operasi tidak dapat diinterupsi, dengan kata lain setelah operasi berlangsung, operasi itu harus diselesaikan sebelum operasi yang lain diproses pada mesin yang sama.
6. Terdapat batasan untuk lebih mendahulukan suatu operasi sebelum operasi berikutnya berlangsung atau berurutan pada pekerjaan yang sama, tetapi tidak berlaku pada pekerjaan yang berbeda.
7. Tiap tipe mesin jumlahnya hanya satu dan spesifik.
8. Setelah sebuah operasi selesai diproses pada suatu mesin, akan langsung ditransfer ke mesin berikutnya secepatnya dan waktu transfer diabaikan.
9. Setiap operasi mempunyai jenis kegiatan tertentu, dikerjakan mesin tertentu dan waktu proses yang tertentu pula.

Algoritma Genetika (GA) adalah algoritma kecerdasan buatan tentang teknik pencarian dan optimasi yang berdasarkan pada mekanisme seleksi atau evolusi biologis yang terjadi di alam yaitu perkembangbiakan makhluk hidup secara seksual yang dipengaruhi faktor genetika agar dapat melanjutkan keturunannya. Faktor-faktor genetika yang berpengaruh adalah persilangan gen atau *crossover* gen dan mutasi gen.

Algoritma Genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan pada awal 1970 dengan tulisannya berjudul *Adapted in Natural and Artificial System* yang cara kerjanya berdasarkan pada seleksi dan genetika alam. Sedangkan aplikasi pertamanya pada manufacturing control dikemukakan oleh L Davids dalam *Proceedings of an International Conference on Genetic Algorithm and their Application Hillsdale* 1985. GA bekerja dari satu populasi bukan dari satu titik dan mencari nilai optimum secara keseluruhan. Pengontrolan proses genetika yang terjadi digunakan parameter algoritma genetika yang akan sangat berperan terhadap efektifitas dan kerja dari proses pencarian yang dilakukan. Ketepatan dalam menentukan nilai parameter ini akan semakin mempercepat proses pencarian, begitu juga sebaliknya. Parameter-parameter tersebut adalah :

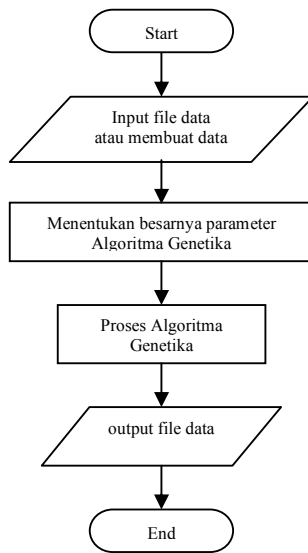
1. Ukuran Populasi (*pop\_size*)  
Populasi adalah kumpulan beberapa individu yang sejenis yang hidup dan saling berinteraksi bersama pada suatu tempat. Jumlah individu dinyatakan sebagai ukuran dari populasi tersebut.
2. Laju *crossover*  
Pada saat proses genetika berlangsung, nilai dari laju *crossover* digunakan untuk menentukan individu-individu yang akan mengalami *crossover*.
3. Laju mutasi  
Nilai dari laju mutasi digunakan untuk menentukan individu yang akan mengalami mutasi, terjadi setelah proses *crossover* dilakukan.
4. Banyaknya gen dalam kromosom  
Satu individu direpresentasikan sebagai sebuah kromosom yang terdiri dari sejumlah gen yang membentuk satu kesatuan.

## PEMBAHASAN

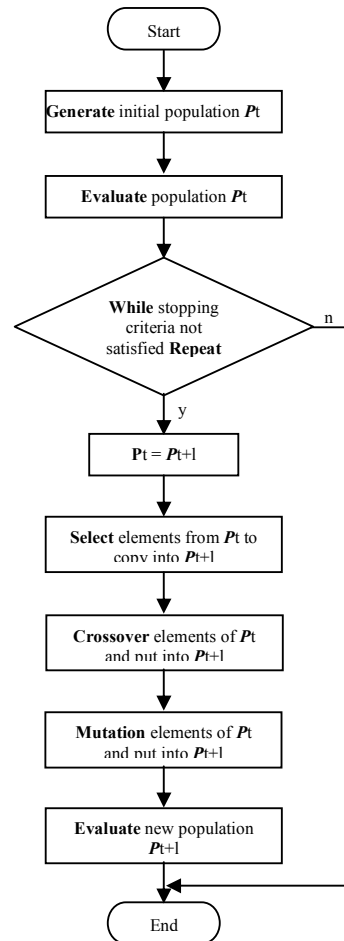
### Diagram Alur Utama dan Diagram Alur Algoritma Genetika

Diagram alur utama merupakan alur fikir utamanya, diagram alur ini menggambarkan tentang proses penyelesaian suatu kasus JSP (Gambar 1).

Diagram alur algoritma genetika merupakan mekanisme atau proses algoritma genetika dapat dituliskan dalam beberapa tahap, yaitu : (Gambar 2).



Gambar 1. Diagram alur utama



Gambar 2. Diagram alur algoritma genetika

Dari dua diagram tersebut kemudian kami kembangkan sebuah aplikasi yang dapat menyelesaikan perhitungan JSP secara cepat dan akurat dengan komputer. Aplikasi tersebut dibangun dengan menggunakan Borland Delphi 6 dengan tampilan muka sebagai berikut.



Gambar 3. Tampilan Muka Aplikasi JSP

Diharapkan dari aplikasi tersebut dapat membantu menyelesaikan simulasi permasalahan pengolahan lahan pada pertanian menggunakan JSP.

Kami mensimulasikan permasalahan tersebut sebagai berikut. Terdapat empat bidang lahan yang berbeda akan di olah oleh empat jenis mesin pengolahan lahan. Empat lahan tersebut adalah lahan semangka, jagung, kacang dan melon. Sedangkan empat mesin tersebut kami jeniskan menjadi empat jenis adalah , mesin A, mesin B, mesin C, dan mesin D. Masing-masing lahan memiliki waktu pengolahan lahan yang berbeda dan membutuhkan jenis mesin yang berbeda pula, sebagai contoh lahan semangka diolah oleh mesin A dengan waktu 10 satuan waktu. Berikut tabel waktu pengolahan lahan terhadap waktu untuk setiap masing-masing mesin.

Tabel 1. Tabel Waktu Pengolahan

semangka	jagung	kacang	melon
A 10	B 10	C 20	D 5
B 20	C 10	D 10	A 10
C 10	D 20	A 5	B 10
D 10	A 5	B 20	C 10

Kemudian dari tabel tersebut kita dapatkan matrik berdasarkan permintaan mesin oleh lahan, adalah sebagai berikut :

- 1 2 3 4 → pada lahan semangka (lahan 1)
- 2 3 4 1 → pada lahan jagung (lahan 2)
- 3 4 1 2 → pada lahan kacang (lahan 3)
- 4 1 2 3 → pada lahan melon (lahan 4)

sedangkan matrik waktu proses lahan oleh setiap mesin diperoleh sebagai berikut : (satuan waktu)

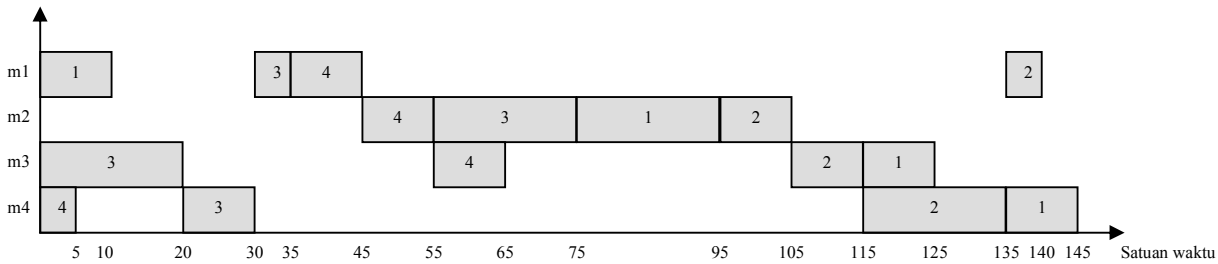
- 10 20 10 10
- 10 10 20 5
- 20 10 5 20
- 5 10 10 10

Dalam JSP ALGEN, sebuah solusi direpresentasikan sebagai sebuah individu. Contoh sebuah solusi atau individu adalah sebagai berikut :

1 4 3 3 3 4 4 3 1 4 2 2 2 2 1 1

individu diatas merepresentasikan sebuah solusi atau jadwal sebagai berikut :

- o 1 yang pertama mengacu pada lahan 1 mesin yang pertama yaitu mesin no 1
- o 4 yang pertama mengacu pada lahan 4 mesin yang pertama yaitu mesin no 4
- o 3 yang pertama mengacu pada lahan 3 mesin yang pertama yaitu mesin no 3
- o 3 yang kedua mengacu pada lahan 3 mesin yang kedua yaitu mesin no 4
- o 3 yang ketiga mengacu pada lahan 3 mesin yang ketiga yaitu mesin no 1
- o 4 yang kedua mengacu pada lahan 4 mesin yang kedua yaitu mesin no 1
- o 4 yang ketiga mengacu pada lahan 4 mesin yang ketiga yaitu mesin no 2
- o Dan seterusnya



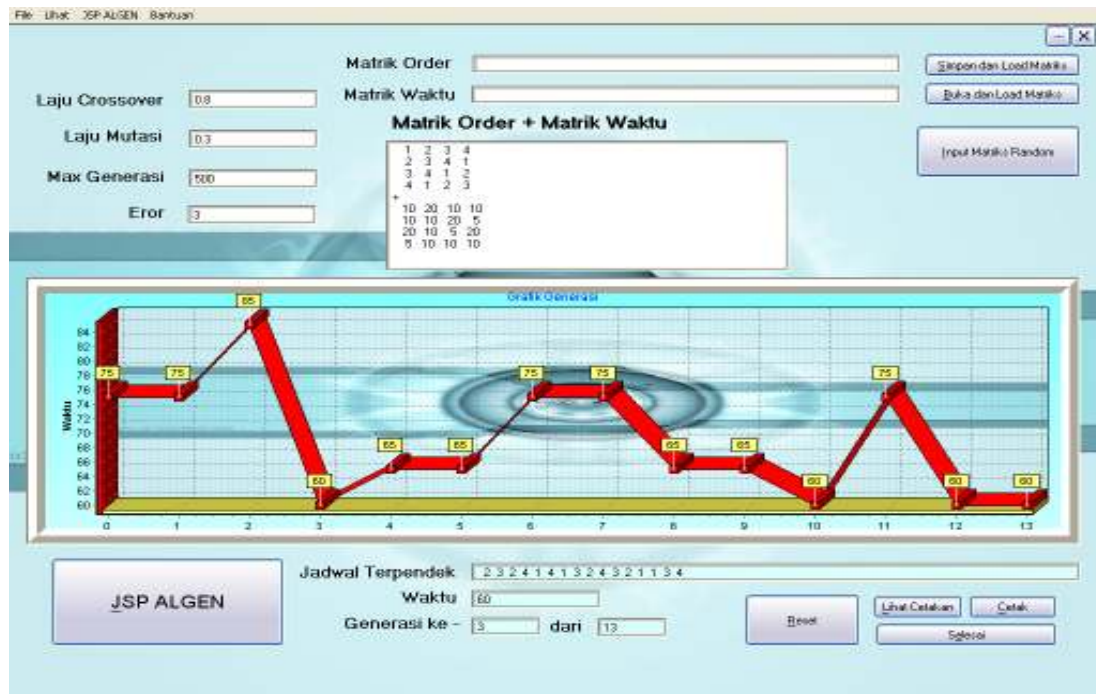
Gambar 4. Waktu tempuh

Setelah semua pekerjaan terselesaikan maka waktu yang ditempuh oleh jadwal tersebut adalah 145 satuan waktu.( terlihat pada Gambar 4)

Kemudian kedua matrik tersebut kami masukan ke dalam aplikasi JSP untuk mendapatkan jadwal pengerjaan lahan oleh masing-masing mesin dengan waktu yang optimal. Parameter Algen yang digunakan didefinisikan sebagai berikut :

- Laju Crossover : 0.8
- Laju Mutasi : 0.3
- Maksimum Generasi : 500
- Eror : 3

Output yang di peroleh dari aplikasi tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil Output

Diperoleh susunan jadwal sebagai berikut :

Hasil Jadwal Terpendek dari Generasi yang Terpilih

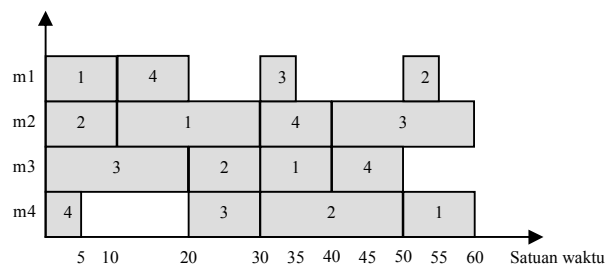
2 3 1 1 1 3 4 3 3 2 1 4 4 4 2 2 75  
 2 3 2 4 1 4 1 3 2 4 3 2 1 1 3 4 60

Hasil Akhir Jadwal Terpendek dari 13 Generasi

Jadwal Optimal / Terpendek : 2 3 2 4 1 4 1 3 2 4 3 2 1 1 3 4  
 Dengan Waktu : 60 satuan waktu  
 Pada Generasi ke : 3

Jadwal optimal / terpendek dapat diartikan sebagai berikut : (urutan jadwalnya)

- o 2 yang pertama mengacu pada lahan 2 mesin yang pertama yaitu mesin no 2
- o 3 yang pertama mengacu pada lahan 3 mesin yang pertama yaitu mesin no 3
- o 2 yang kedua mengacu pada lahan 2 mesin yang kedua yaitu mesin no 3
- o 4 yang pertama mengacu pada lahan 4 mesin yang pertama yaitu mesin no 4
- o 1 yang pertama mengacu pada lahan 1 mesin yang pertama yaitu mesin no 1
- o 4 yang kedua mengacu pada lahan 4 mesin yang kedua yaitu mesin no 1
- o 1 yang kedua mengacu pada lahan 1 mesin yang kedua yaitu mesin no 2
- o Dan seterusnya.



Gambar 6. Waktu tempuh jadwal optimal

Sehingga setelah semua pekerjaan terselesaikan maka waktu yang ditempuh oleh jadwal tersebut adalah 60 satuan waktu (terlihat pada Gambar 6).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu, algoritma genetika dapat digunakan dalam pencarian jadwal dalam permasalahan JSP dan dapat memberikan beberapa variasi solusi dalam permasalahan antrian mesin pada pengolahan lahan pertanian. Digunakan program penyelesaian JSP dengan algoritma genetika menggunakan software Delphi 6. Solusi yang didapatkan dalam penyelesaian JSP dengan algoritma genetika belum tentu merupakan hasil yang paling optimal. Hal ini dikarenakan algoritma genetika menggunakan bilangan random yang berperan dalam pencarian sehingga dengan nilai parameter yang sama dapat menghasilkan solusi yang berbeda pada waktu yang berbeda. Pada kasus-kasus nyata diharapkan dengan simulasi ini dapat memberikan gambaran umum tentang permasalahan yang terjadi dalam dunia pertanian. Untuk kelanjutannya sebaiknya diadakan studi lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Davis, Lawrence, *Handbook of Genetic Algorithms*, Von Nostrand Reinhold, 1991.
- [2]. Garen, J., *Multiobjective Job-Shop Scheduling With Genetic Algorithms Using a New Representation and Standard Uniform Crossover*, Department of Economics University of Osnabruck, Germany
- [3]. Goldberg, David E., *Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison Wesley Publishing, 1989.
- [4]. Michalewicz, Zbigniew, *Genetic Algorithms + Data Structure = Evolution Program*, Springer, 1992.
- [5]. Oey, Kasin, Scott J. Manson, *Sceduling Batch Processing Machines in Complex Job Shops*, Depatment of Industrial Engineering University of Arkansas USA, 2001.
- [6]. Ponnambalam, S.G, Aravindan, P., Sreenivasa Rao, P., *Comparative Evaluation of Genetic Algorithm for Job-Shop Sceduling*, Taylor & Francis Ltd, 2001.
- [7]. Taillard, E, *Benchmarks Basic Scheduling Problems*, ORWP89/21 Dec, 1989.
- [8]. Tsujimura, et. al., *Effects of Symbiotic Evolution in Genetic Algorithms for Job-Shop Scheduling*, Department of Industrial and Information Systems Engineering Ashikaga Institute of Technology, 2001.