
**PENJADWALAN *MAINTENANCE* MESIN PRODUKSI MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIKA**

Arif Nur Rohman¹, Alda Cendikia Siregar², Rachmat Wahid Saleh Insani³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Pontianak

Email: 201220032@unmuhpnk.ac.id¹, alda.siregar@unmuhpnk.ac.id²,
rachmat.wahid@unmuhpnk.ac.id³

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengatasi permasalahan penjadwalan pemeliharaan mesin produksi yang masih dilakukan secara manual dan kurang efisien di PT New Kalbar Processors. Metode yang digunakan adalah algoritma genetika untuk menghasilkan jadwal pemeliharaan yang optimal, efisien, dan bebas tumpang tindih. Data historis perbaikan mesin dijadikan sebagai input, kemudian diproses melalui tahapan utama algoritma genetika, yaitu inisialisasi populasi, evaluasi kebugaran, seleksi individu terbaik, crossover, dan mutasi. Implementasi sistem dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka NumPy dan Pandas, serta antarmuka web berbasis Flask untuk memudahkan pengguna dalam mengakses hasil penjadwalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika mampu menyusun jadwal pemeliharaan yang lebih merata dan efisien dibandingkan metode manual. Sistem juga dapat memprediksi waktu perbaikan berikutnya secara akurat berdasarkan data historis dan hasil optimasi. Dengan pendekatan ini, downtime mesin dapat diminimalkan dan efisiensi proses produksi meningkat. Secara keseluruhan, penggunaan algoritma genetika terbukti efektif dalam mendukung pengambilan keputusan pada penjadwalan pemeliharaan mesin produksi di lingkungan industri.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Downtime, Optimasi, Pemeliharaan Mesin, Penjadwalan.

Abstract: This study aims to address the issue of inefficient and manually performed maintenance scheduling for production machines at PT New Kalbar Processors. The genetic algorithm method is applied to generate an optimal, efficient, and non-overlapping maintenance schedule. Historical machine repair data are used as input and processed through key stages of the genetic algorithm, including population initialization, fitness evaluation, selection of the best individuals, crossover, and mutation. The system is implemented using the Python programming language with NumPy and Pandas libraries, and a Flask-based web interface to facilitate user interaction with the scheduling results. The research findings indicate that the genetic algorithm can produce a more balanced and efficient maintenance schedule compared to manual methods. The system is also capable of accurately predicting the next maintenance date based on historical data and optimization results. This approach helps minimize machine downtime and improve production efficiency. Overall, the use of the genetic algorithm proves effective in supporting decision-making for maintenance scheduling in an industrial environment.

Keywords: *Downtime, Genetic Algorithm Scheduling, Machine Maintenance, Optimization.*

PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu kegiatan untuk mengalokasikan sumber daya pada waktu tertentu dan menentukan kapan dan di mana kegiatan dalam keseluruhan pekerjaan dilakukan dengan sumber daya yang terbatas[1]. Dalam industri manufaktur yang berperan penting dalam meningkatkan ketepatan pemenuhan permintaan pelanggan. Penjadwalan mesin yang optimal dapat meminimalkan risiko keterlambatan pengiriman akibat ketidakpastian proses manufaktur[2].

Pemeliharaan atau *maintenance* didefinisikan sebagai tindakan mempertahankan kondisi yang ada dari kegagalan atau penurunan fungsi, serta untuk perlindungan. Produk atau output dari pemeliharaan adalah kapasitas. Perawatan rutin sangat penting untuk memperbaiki kerusakan dan meningkatkan kinerja alat[3]. Kegiatan proses produksi merupakan bagian yang sangat penting dalam menjalankan bisnis. Tanpa interaksi penciptaan, pembeli tidak dapat memperoleh keuntungan dari produk atau potensi keuntungan yang diberikan. Agar proses produksi perusahaan dapat menghasilkan laba[4].

Untuk menangani masalah penjadwalan *maintenance* di perusahaan PT New Kalbar Processors di butuhkan adanya sebuah teknik optimasi untuk menyusun jadwal *maintenance* yang baik, agar *maintenance* mesin produksi dapat berjalan dengan dengan terstruktur. Salah satu cara untuk mengatasi masalah optimasi penjadwalan adalah dengan menggunakan metode Algoritma genetika. Metode Algoritma genetika ini dipilih karena memiliki kemampuan dalam menyelesaikan masalah optimasi menggunakan variabel dan kendala. Dibandingkan dengan cara konvensional Algoritma Genetika memiliki fleksibilitas dalam menyelesaikan masalah penjadwalan yang dinamis dan kompleks[5].

Adapun penelitian ini diambil karena penjadwalan *maintenance* mesin produksi di PT New Kalbar Processors masih menggunakan cara manual, sehingga sering menimbulkan penumpukan jadwal, berbenturan dengan jadwal target produksi, dan downtime mesin yang merugikan perusahaan. Sistem satu jalur juga membuat mesin bekerja dengan keras dan beresiko menimbulkan kerusakan. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik optimasi yang mampu menghasilkan jadwal yang terstruktur, merata, dan konsisten. Algoritma Genetika merupakan sebuah program komputer yang meniru proses evolusi dengan cara menghasilkan

kromosom-kromosom secara acak dalam setiap populasi, lalu membiarkannya berkembang berdasarkan prinsip-prinsip evolusi, sehingga diharapkan dapat diperoleh kromosom yang optimal atau memiliki kualitas lebih baik[6]. fleksibilitas dalam menyelesaikan masalah. Penjadwalan yang kompleks dan dinamis, serta terbukti lebih efektif dibandingkan metode manual. penjadwalan yang telah dibangun diharapkan mampu meratakan pembagian penjadwalan *maintenance*[7].

METODE PENELITIAN

Algoritma genetika adalah algoritma yang berusaha menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan-masalah[8]. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengembangkan dan menguji sistem penjadwalan *maintenance menggunakan*. Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu Identifikasi masalah, Pengumpulan data, Pengolahan data, Implementasi algoritma genetika, Pemodelan penjadwalan, dan Pengujian[9]. Pada penelitian ini menggunakan metode algoritma genetika.

Identifikasi masalah

Dalam penelitian ini, penulis melakukan Literature Review untuk menemukan algoritma yang baik terhadap masalah penjadwalan *maintenance*. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. New Kalbar Processors mengenai penjadwalan *maintenance* mesin produksi masih dibuat secara manual sehingga menyebabkan penjadwalan tidak efisien, dan menyebabkan penjadwalan tidak terstruktur dengan baik, maka dari itu penulis memilih algoritma yang tepat untuk menyelesaikan masalah penjadwalan tersebut.

Pengumpulan data

Data yang di dapat untuk penelitian ini didapat dari:

1. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap objek penelitian dan mengamati secara langsung objek, fenomena, atau situasi yang sedang diteliti.

2. Wawancara

Metode wawancara dilakukan dengan pihak terkait guna mendapatkan informasi tentang penjadwalan *maintenance* yang sudah ada.

3. Studi Pustaka

Hal ini dilakukan untuk mengumpulkan referensi terkait penelitian ini. Literatur yang digunakan berupa jurnal yang berkaitan dengan algoritma genetika dan data-data yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian ini.

Pengolahan data

Tahap selanjutnya yaitu pengolahan data. Dalam pengolahan data, langkah yang dilakukan adalah dengan cara pengolahan data ini dilakukan dengan melakukan normalisasi waktu, yaitu dengan menyesuaikan waktu oprasional dan waktu idle mesin untuk mengidentifikasi slot waktu yang memungkinkan untuk dilakukan *maintenance*[10]. Selajutnya melakukan klasifikasi mesin berdasarkan skala prioritas, yang di mana mesin dengan tingkat kerusakan atau *downtime* yang tinggi diberikan bobot prioritas lebih besar dalam penjadwalan.

Selajutnya data dikonversikan kedalam representasi yang sesuai dengan struktur algoritma genetika. Dalam konteks penelitian ini, setiap kromosom merepresentasikan satu kemungkinan solusi jadwal *maintenance*. Setiap gen dalam kromosom menggambarkan aktivitas *maintenance* untuk suatu mesin, teknisi yang bertugas, dan waktu pelaksanaan. Representasi ini memungkinkan algoritma untuk mengevaluasi dan membandingkan solusi berdasarkan efisiensi waktu dan pemenuhan semua batasan.

Untuk menilai kualitas setiap solusi, dirancang sebuah fungsi fitness yang mempertimbangkan total *downtime* mesin serta penalti terhadap pelanggaran kendala seperti benturan jadwal teknisi atau pekerjaan yang dilakukan di luar waktu yang diperbolehkan. Fungsi *fitness* ini memiliki tujuan untuk diminimalkan, sehingga semakin kecil nilai total *downtime* dan penalti yang dihasilkan, maka solusi tersebut dianggap semakin baik.

Implementasi Algoritma Genetika

Untuk pengimplemetasian algoritma genetika dalam penjadwalan *maintenance* mesin produksi yang optimal, diperlukan data jadwal yang ada berupa data mesin dan data penanggungjawab mesin dari PT. New Kalbar Processors yang tersedia untuk digunakan dalam penjadwalan *maintenance* dan data *maintenance*.

Setelah data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya masuk ke dalam proses algoritma genetika dijalankan dengan proses melakukan dekode kromosom, selanjutnya membentuk

populasi awal, mengevaluasi setiap individu, jika belum ditemukan jadwal yang optimal, maka akan dilanjutkan ke tahap reproduksi, yaitu melakukan seleksi, pindah silang (*crossover*) dan mutasi, semua proses algoritma genetika diulangi terus sampai menemukan jadwal yang optimal.

Pengujian ini bertujuan untuk menemukan solusi terhadap penjadwalan yang efektif yang dapat diterapkan dalam kegiatan *maintenance* mesin produksi ataupun mesin lainnya tergantung dari *maintenance* mesin yang akan dihadapi.

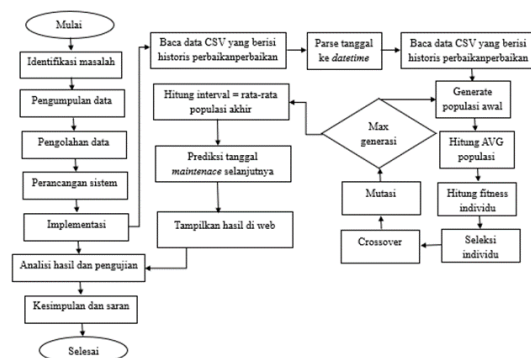
Pemodelan penjadwalan

Pada tahapan ini pelaksanaan dari penelitian setelah mengkaji teori-teori dan data yang sudah diperoleh, dengan menggunakan metode algoritma genetika untuk proses optimasi penjadwalan, melakukan pengkodean logika dengan bahasa pemrograman *python* dan dibangun dengan *framework*.

Pengujian

Pada tahapan ini, algoritma genetika dilakukan pengujian dengan nilai parameter. Tahapan ini dilakukan dengan menentukan nilai untuk *iterasi* dan nilai probabilitas mutasi (*pm*), dilakukan dengan beberapa kali pencarian jadwal dengan menaikkan terus nilai parameter yang selanjutnya akan dibandingkan dengan nilai *fitness* dan waktunya, kemudian memberikan kesimpulan atas perbandingan.

Tahapan ini bertujuan agar memperoleh hasil yang efisiensi dari segi waktu, yang dimana nilai *iterasi* berpengaruh pada jumlah *iterasi* yang terjadi pada proses pembentukan jadwal, semakin kecil nilai iterasi maka kemungkinan akan terbentuk jadwal yang ideal juga kecil, pada nilai mutasi adalah proses yang dimana ada kemungkinan pertemuan dalam jadwal akan menentukan apakah masih ada bentrok atau tidak dalam jadwal. Adapun *flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada tahapan dibawah ini.



Gambar 1 Ilustrasi Mengenai Populasi Algoritma Genetika

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penjadwalan maintenance mesin berdasarkan data historis dari file csv. Dengan tujuan:

1. Mengoptimalkan urutan jadwal maintenance semua mesin.
2. Meminimalkan total waktu penyelesaian maintenance.
3. Menyusun rekomendasi jadwal maintenance mendatang.

Berikut tabel input dan output pada penjadwalan maintenance mesin produksi.

Tabel 1 Input Dan Output Pada Penjadwalan *Maintenance* Mesin Produksi

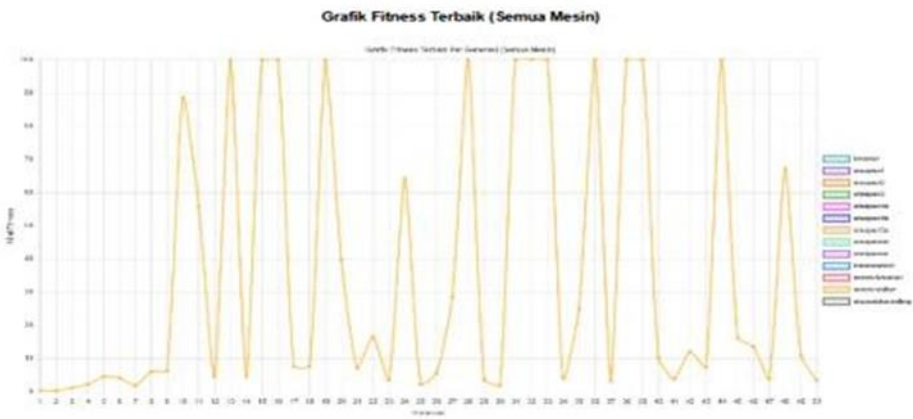
Komponen	Hasil akhir
Input	Jumlah mesin, jumlah generasi, tingkat fitness, tingkat <i>crossover</i> , rentang tanggal valid
Output	Jadwal <i>maintenance</i> optimal

Berikut adalah hasil dari sistem optimasi penjadwalan maintenance menggunakan algoritma genetika.



Mesin	Jumlah Perbaikan	Interval Rate-rata (hari)	Interval Optimesi (AG)	Prediksi Perbaikan Berikutnya
breaker	8	44	46	09/01/2024
screw breaker	7	52	55	12/01/2024
screw cutter	7	54	62	18/02/2024
hammermill	7	55	54	13/02/2024
creeper1	10	35	39	16/01/2024
creeper2	8	45	49	22/01/2024
shredder milling	4	80	27	10/12/2023
creeper3	6	60	54	10/02/2024
creeper4a	4	92	94	26/02/2024
creeper4b	2	250	250	18/08/2024
creeper5a	6	53	29	24/12/2023
creeper5b	3	94	109	06/11/2023
creeper5c	2	94	94	04/01/2024

Gambar 2 Tampilan Utama Web



Gambar 3 Grafik Fitness Terbaik

Pembahasan

Percobaan sistem bertujuan untuk menguji apakah sistem dapat menciptakan jadwal *maintenance* yang optimal sesuai pengujian yang telah diatur dalam tabel. Adapun contoh tabel pengujian.

Tabel 2 Uji

Uji	Hasil
Apakah hasil hasil jadwal ditampilkan di <i>web</i> ?	Berhasil
Apakah semua tanggal unik?	Ya
Apakah algoritma genetika memberikan hasil yang konsisten setelah beberapa kali pengujian?	Ya

1. Apakah hasil jadwal ditampilkan di web?
Memastikan bahwa hasil penjadwalan maintenance (jadwal optimal) dapat ditampilkan kepada pengguna melalui antarmuka web.
2. Apakah semua tanggal unik?
Memastikan bahwa tidak ada tanggal yang duplikat dalam jadwal maintenance.
3. Apakah algoritma genetika memberikan hasil yang konsisten setelah beberapa kali pengujian?

Memastikan bahwa Algoritma Genetika (AG) memberikan hasil yang stabil dan dapat diprediksi setelah beberapa iterasi pengujian

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Algoritma genetika dapat membantu mengoptimalkan penjadwalan maintenance karena bekerja dengan cara mencari solusi yang paling baik dari banyak kemungkinan yang ada. Dengan mempertimbangkan aturan yang berlaku, algoritma ini mampu menghasilkan jadwal yang teratur, tidak bertabrakan, dan lebih merata pembagiannya.

Hal ini membuat proses maintenance lebih terencana, sehingga risiko terjadinya kerusakan secara mendadak bisa dikurangi. Sedangkan cara manual seringkali menimbulkan jadwal yang tidak seimbang, tergantung pada keputusan orang yang menyusunnya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu:

1. Penambahan Antarmuka Grafis (GUI)
Sistem saat ini menggunakan antarmuka web sederhana. Versi lanjutannya bisa dikembangkan menjadi aplikasi desktop menggunakan Tkinter, PyQt, atau Streamlit
2. Implementasi Algoritma Genetika
Pada penelitian mendatang, sebaiknya mempertimbangkan kombinasi metode seperti (optimasi proses pengeringan kelapa parut kering menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan algoritma genetika) untuk meningkatkan efisiensi pencarian solusi optimal.

3. Pengujian Dengan Sekala Lebih Besar

Pada penelitian ini masih terbatas pada data tertentu. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian dengan skala data yang lebih besar untuk mengukur performa sistem dalam berbagai kondisi.

4. Integrasi dengan Sistem Lain

Disarankan agar sistem ini terintegrasi pada aplikasi lain, seperti portal web perusahaan agar sistem ini dapat dilihat oleh pihak management, tentang sistem perawatan mesin di PT New Kalbar Processors

DAFTAR PUSTAKA

“PENJADWALAN SHIFT PERAWAT TUGAS AKHIR OLEH : IMANDA,” 2024.

S. Sembiring and U. N. A. Pengabenan, “Penjadwalan Mesin dengan Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan metode Campbell Dudek Smith (CDS),” *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 932–950, 2023, doi: 10.32734/ee.v6i1.1909.

R. Inda and D. Suyatmo, “Analisis Preventive Maintenance Berdasarkan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) Pada Alat Blow Molding Di PT XYZ,” vol. 2, no. 8, pp. 3471–3478, 2023.

D. Putu, Y. Agata, L. Sandopart, D. Sidik, and N. Syahda, “ANALISIS EFISIENSI BIAYA PRODUKSI PADA KEGIATAN PERUSAHAAN MANUFAKTUR,” vol. 3, no. 1, pp. 25–37, 2023.

M. Desmarini, N. R. Sarip, and D. S. Agustini, “Sistem Penjadwalan Rapat Pada Kantor Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Genetika,” vol. 17, no. 2, pp. 635–643, 2024.

L. Putu and S. Ardiyani, “PERBANDINGAN ALGORITMA GENETIKA DENGAN ALGORITMA STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING UNTUK OPTIMASI Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika : JANAPATI | 64,” *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 11, pp. 63–74, 2022.

S. Ramadhani, P. Mauliana, W. Wiguna, N. Hunaifi, and R. Firmansyah, “Sistem Penjadwalan Antrian Service Mobil Toyota Menggunakan Algoritma Genetika Di Auto2000 Pasteur,” *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 7, no. 1, p. 11, 2022, doi: 10.32897/infotronik.2022.7.1.1309.

I. M. Tangkas, W. Kencana, and I. M. Widiartha, “PERBANDINGAN KINERJA

OPERATOR PARTIALLY MAPPED CROSSOVER , CYCLE CROSSOVER , DAN ORDER CROSSOVER DALAM ALGORITMA GENETIKA PADA PENCARIAN RUTE,” pp. 319–326.

S. A. Pratama, “Sistem Penjadwalan Otomatis Menggunakan Algoritma Genetika pada Lingkungan Sekolah Automatic Scheduling System Using Genetic Algorithm in School Environment,” vol. 3, no. 1, pp. 55–60.

Penjadwalan Perkuliahan,” vol. 21, no. 2, pp. 229–242, 2021.