



Optimasi Penentuan Vendor Untuk Material Pesawat Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization

Siska Hutami Pratiwi¹, Wina Witanti², Tacbir Hendro P³

^{1,2,3} Universitas Jenderal Achmad Yani

Abstract

Received: 03 Januari 2024
Revised : 10 Januari 2024
Accepted: 18 Januari 2024

In the aviation industry, determining vendors for aircraft materials is an important task that can affect the quality, reliability and safety of aircraft. The selection of the right material for the aircraft is crucial, because it is closely related to the operational sustainability and overall performance of the aircraft. However, determining vendors for aircraft materials often involves a variety of complex criteria and requires an efficient and precise approach. In this study, using the Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm to solve the problem of determining aircraft material vendors. The PSO algorithm has proven effective in a variety of optimization problems and offers a population-based approach inspired by group behavior in nature. By utilizing the PSO algorithm, it can optimize the process of determining vendors for aircraft materials by considering criteria such as quality of delivery and average quality score. The results of the research show that the PSO algorithm is able to find the optimal combination of vendors efficiently, thereby helping stakeholders make more informed and result-oriented decisions. In addition, the results of this study also show that the PSO algorithm itself has a weakness, namely being stuck at a local optimum, having difficulty finding global solutions. Particles moving towards a local optimum may reduce exploration effort to find a better solution globally.

Keywords: Vendor Determination, Aircraft Materials, Particle Swarm Optimization (PSO)

(*) Corresponding Author: pratiwisiskahutami@gmail.com

How to Cite: Pratiwi, S. H., Witanti, W., & Hendro P, T. (2024). Optimasi Penentuan Vendor Untuk Material Pesawat Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10537168>

INTRODUCTION

Industri penerbangan memiliki fokus utama pada operasional berkelanjutan dan keselamatan pesawat (Biringkanae & Bunahri, 2023; Mafaza & Haryati, 2022; Octavianie, 2020). Dalam konteks ini, kualitas dan kehandalan material yang digunakan dalam konstruksi pesawat memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan keselamatan dan kinerja yang optimal. Namun, tantangan muncul ketika memilih vendor untuk pasokan material pesawat, terutama dalam lingkungan yang kompleks dan selalu berubah di industri penerbangan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) telah muncul sebagai solusi yang efektif. PSO adalah metode optimisasi komputasional yang terinspirasi oleh perilaku kelompok hewan, di mana partikel atau representasi solusi bergerak dalam ruang pencarian untuk menemukan solusi optimal (Sabry, 2021; Zahro & Wahyuni, 2020). Keunggulan utama PSO terletak pada kemampuannya untuk dengan cepat dan efisien mengeksplorasi ruang pencarian yang kompleks (Adrian, *et al.*, 2022; Dika, *et al.*, 2023).

Dalam PSO, partikel-partikel berinteraksi dan bergerak menuju solusi yang lebih baik berdasarkan informasi yang mereka peroleh dari partikel lain dalam

populasi. Hal ini memungkinkan PSO untuk mengatasi masalah ruang pencarian yang kompleks, non-linear, dan memiliki banyak variasi seperti dalam pemilihan vendor material pesawat (Yudhanto & Aziz, 2019). Dalam konteks pemilihan vendor, PSO dapat diaplikasikan untuk mengoptimalkan berbagai kriteria penting seperti kualitas material, harga, waktu pengiriman, dan kapabilitas produksi (Fauzi, 2023). Dengan mengintegrasikan faktor-faktor ini ke dalam suatu fungsi tujuan, PSO dapat menghasilkan solusi yang mendekati atau bahkan mencapai opsi terbaik secara global (Ladita, 2020).

Dalam industri penerbangan yang sangat kompleks dan kritis, penggunaan PSO memberikan pendekatan yang ilmiah dan cermat dalam memilih vendor material pesawat. Keunggulan PSO dalam melakukan eksplorasi dan eksploitasi ruang pencarian membantu mengatasi tantangan dalam mempertimbangkan aspek-aspek yang beragam dan seringkali saling bertentangan saat memilih vendor. Keberhasilan penerapan PSO dalam penentuan vendor material pesawat diharapkan akan meningkatkan efisiensi dan akurasi proses ini dalam industri penerbangan. Selain itu, hasil penelitian ini berpotensi untuk berkontribusi pada perkembangan teknik optimisasi cerdas dalam industri lain yang juga menghadapi kebutuhan pemilihan vendor yang optimal. Oleh karena itu, teknologi PSO memiliki potensi yang luas untuk diterapkan dalam sektor-sektor lain yang memerlukan pengambilan keputusan yang efisien dan optimal (Rakasiwi, 2023).

Optimasi

Optimasi dalam konteks produksi perusahaan merujuk pada upaya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas hasil produksi (Dewanata & Ariyani, 2023; Rusdiana, *et al.*, 2021). Hal ini dicapai dengan cara berusaha terus-menerus untuk meningkatkan keuntungan dengan cara mengurangi biaya produksi sebanyak mungkin, sehingga perusahaan dapat tetap beroperasi secara berkelanjutan. Proses optimasi melibatkan analisis mendalam terhadap setiap tahap produksi, identifikasi area di mana biaya dapat dikurangi tanpa mengorbankan kualitas produk, serta penerapan teknologi atau metode yang lebih efisien dalam proses produksi (Maknun, *et al.*, 2023). Tujuan utamanya adalah mencapai keseimbangan antara penghematan biaya dan hasil produksi yang berkualitas tinggi.

Vendor

Secara harfiah, istilah "vendor" merujuk kepada penjual. Namun, dalam konteks yang lebih terperinci, istilah "vendor" mengacu pada pihak ketiga dalam rantai pasokan yang menghubungkan produk dari produsen hingga pelanggan akhir. Dalam dunia industri, vendor adalah entitas yang menyediakan barang atau jasa kepada perusahaan untuk dijual kembali atau digunakan dalam operasional perusahaan itu sendiri. Dalam konteks ini, istilah "vendor" sering juga disebut sebagai pemasok (Delfina, *et al.*, 2023).

Material Pesawat

Bahan material yang digunakan dalam pesawat terbang harus memiliki sifat yang tangguh dan tahan terhadap getaran. Bahan ini biasanya memiliki kekerasan tinggi serta diperkuat dengan serat untuk memberikan solusi tersebut. Serat-serat ini dapat diatur sesuai arah gaya yang akan diterima, dan semakin panjang seratnya, semakin efisien pula dalam menahan gaya (Sari, 2019). Serat yang panjang membantu menghindari kemungkinan terjadinya retak di sepanjang perbatasan antara serat dan matriksnya. Komposit yang terdiri dari serat panjang memiliki

kekuatan yang kuat, lentur, dan ringan. Komposit memiliki rasio modulus dan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material konvensional seperti logam. Kekuatan dan kekakuan yang tinggi namun dengan berat yang ringan membuat komposit menjadi pilihan yang sangat sesuai sebagai bahan material untuk pesawat terbang.

Purchasing (Pembelian)

Fungsi pembelian penting dalam mencapai kesuksesan operasional perusahaan dimana bertanggung jawab untuk memperoleh bahan dengan jumlah, kualitas, dan harga yang tepat (Anggraini, *et al.*, 2022). Pengawasan diperlukan karena melibatkan investasi dan kelancaran aliran bahan ke pabrik. *Purchasing* adalah usaha memenuhi kebutuhan perusahaan atas barang/jasa dengan waktu, kualitas, dan harga yang sesuai. Prosesnya mencakup beberapa aktivitas seperti mengajukan permintaan, memilih pemasok, memesan, menerima, dan mencatat transaksi. Dengan menjalankan aktivitas ini dengan baik, pasokan bahan menjadi lancar dan mendukung kelancaran operasi serta keberhasilan perusahaan secara keseluruhan.

Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan metode pencarian yang mengandalkan kerjasama dan eksplorasi antara individu-individu yang disebut "partikel" dalam sebuah kelompok yang dikenal sebagai "swarm," dengan tujuan mencapai solusi optimal (Shami, *et al.*, 2022; Zhu, *et al.*, 2021). Dasar algoritma ini terinspirasi dari perilaku kawanan serangga dan memanfaatkan konsep kecerdasan kolektif. Setiap partikel dalam kelompok memiliki pemahaman tentang posisi terbaik lokalnya dan juga posisi terbaik global dalam ruang pencarian.

Dalam pelaksanaannya, PSO memanfaatkan informasi posisi dan kecepatan partikel untuk melakukan pencarian (Sharif, *et al.*, 2020; Tharwat & Schenck, 2021). Kecepatan partikel dikendalikan melalui persamaan yang memperhitungkan pembelajaran kognitif (*cognitive learning*) dan sosial (*social learning*), serta unsur acak. Meskipun PSO mampu efektif dalam menemukan solusi optimal, algoritma ini memiliki kelemahan yaitu potensial terjebak dalam solusi lokal jika parameter yang mengatur perilaku partikel tidak diatur secara tepat.

Kelebihan utama PSO terletak pada kemampuannya dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks dengan efisien, meskipun domainnya sangat beragam. Namun, perlu dilakukan penyetelan parameter yang hati-hati untuk mencapai hasil optimal. Kualitas solusi yang dihasilkan sangat tergantung pada konfigurasi parameter dan pengaturan fungsi tujuan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang parameter dan karakteristik permasalahan menjadi penting dalam implementasi PSO.

Data Mining

Data mining adalah proses ekstraksi informasi berharga atau pola tersembunyi dari data yang besar dan kompleks dengan tujuan mengidentifikasi hubungan, pola, atau tren yang tidak terlihat langsung oleh manusia (Ananda, *et al.*, 2023; Firdaus & Firdaus, 2021). Proses ini menggunakan teknik komputasi untuk menganalisis data secara mendalam, mengenali pola yang signifikan, dan menghasilkan wawasan yang mendukung pengambilan keputusan. Langkah-langkahnya mencakup preprocessing data, memilih teknik atau algoritma yang sesuai, menerapkan algoritma tersebut, dan menginterpretasi hasilnya. Metode umum dalam data

mining meliputi clustering, klasifikasi, asosiasi, dan prediksi. Bidang-bidang seperti bisnis, ilmu pengetahuan, kedokteran, dan keuangan menggunakan data mining untuk analisis perilaku pelanggan, deteksi penipuan, prediksi tren pasar, serta penemuan obat baru, membantu menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi.

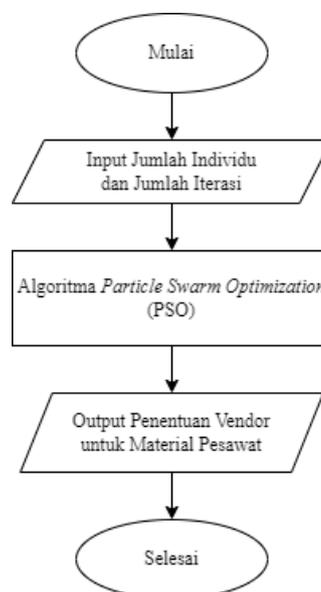
Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa visual untuk menggambarkan, merancang, dan mendokumentasikan perangkat lunak dan sistem informasi (Ardhy, *et al.*, 2023). Menggunakan notasi grafis standar, UML mencakup aspek-aspek seperti struktur, interaksi, perilaku, dan arsitektur sistem. Ini bertujuan untuk memudahkan komunikasi dan kolaborasi di antara pengembang perangkat lunak dalam merancang dan memahami sistem yang kompleks. Dalam UML, terdapat berbagai jenis diagram yang menggambarkan berbagai aspek sistem, seperti Diagram Kelas, Diagram Sekuens, Diagram Aktivitas, Diagram Kasus Penggunaan, Diagram Komponen, Diagram Keadaan, dan Diagram Interaksi. UML sangat diterapkan dalam rekayasa perangkat lunak untuk merancang, mengembangkan, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak dengan cara yang visual dan terstruktur.

Pengujian

Pengujian perangkat lunak adalah proses menguji performa program untuk menemukan kesalahan atau error. Ini terkait dengan verifikasi dan validasi (Arofiq, *et al.*, 2023). Verifikasi memastikan implementasi fungsi dengan benar, sementara validasi memastikan perangkat lunak cocok untuk kebutuhan pengguna. Terdapat dua metode pengujian: Metode *Black Box* yang berfokus pada data yang diharapkan, dan Metode *White Box* yang memeriksa kode internal. Teknik dalam *White Box* termasuk *loop testing*, *data flow testing*, *control flow testing*, *branch testing*, dan *basis path testing*. *Basis path testing* menggunakan *Cyclomatic Complexity* untuk mengukur kompleksitas logika. Metode ini memastikan kualitas dan keandalan perangkat lunak sebelum dirilis.

METHODS



Gambar 1. Metode Penelitian

1. Input Dataset

Pada langkah ini, informasi dimasukkan dengan menentukan jumlah individu yang akan menjadi calon solusi, bersama dengan jumlah iterasi sebagai jumlah perulangan yang direncanakan. Setelah kedua nilai ini dikumpulkan, data akan diterapkan menggunakan metode PSO (*Particle Swarm Optimization*).

2. Algoritma PSO (*Particle Swarm Optimization*)

Setelah data dimasukkan, langkah berikutnya melibatkan penghitungan menggunakan metode PSO sesuai dengan persamaan 1.1, 1.2 dan 1.3.

Persamaan 1.1, 1.2, dan 1.3 yang digunakan dalam penghitungan menggunakan PSO sebagai berikut:

$$V_{ij}^{t+1} = w.V_{ij}^t + c_1.r_1(Pbest_{ij}^t - X_{ij}^t) + c_2.r_2(Gbest_{gj}^t - X_{ij}^t) \dots \dots \dots (1.1)$$

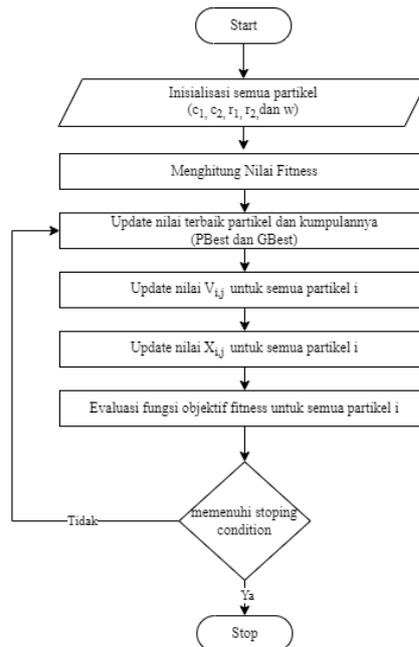
$$X_{ij}^{t+1} = X_{ij}^t + V_{ij}^{t+1} \dots \dots \dots (1.2)$$

$$vmax_j = k \frac{(xmax_i - xmin_j)}{2} \quad k \in (0,1) \dots \dots \dots (1.3)$$

Keterangan:

X_i^t	= Posisi partikel
V_i^t	= Kecepatan partikel
$Pbest_i^t$	= Posisi terbaik dari partikel i pada iterasi t
$Gbest_{gj}^t$	= Posisi terbaik secara global pada iterasi t
c_1	= Cognitive Learning
c_2	= Social Learning
r_1 dan r_2	= Random antara 1 – 0
w	= Bobot Inersia
x	= Faktor posisi

Berikut adalah rincian langkah-langkah dalam algoritma PSO seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Proses Algoritma Algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*.

3. Output : Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Setelah semua perhitungan dan pengolahan data dengan menggunakan algoritma PSO selesai, hasil akhir yang diperoleh akan berupa daftar nama-nama vendor yang diurutkan berdasarkan tingkat optimalitas solusi yang telah dicapai. Dengan kata lain, vendor-vendor dalam daftar ini diharapkan memiliki kualitas atau karakteristik yang paling baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai melalui proses tersebut.

RESULTS & DISCUSSION

Analisis dan Perancangan Sistem

1. Analisis Sistem

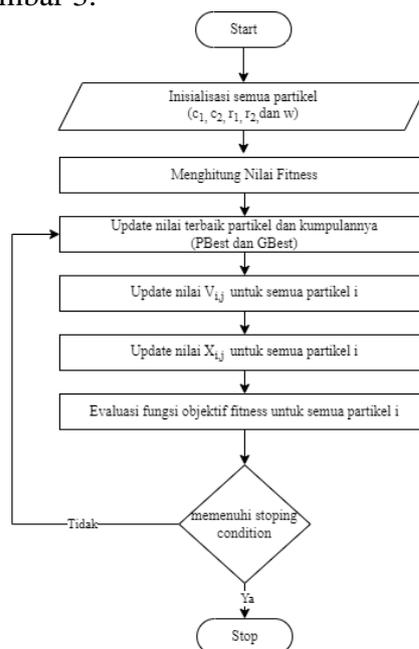
Sistem ini memanfaatkan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) guna meraih optimisasi dalam menentukan pemasok material pesawat di sektor manufaktur. Penentuan PSO sebagai pilihan didasarkan pada kapasitas eksplorasinya dalam mencari solusi terbaik dalam ruang pencarian yang kompleks. Maksud utama dari sistem ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan mutu dalam pemilihan pemasok, dengan fokus khusus pada luaran produksi dan berbagai parameter penting lainnya. Pemanfaatan PSO dilakukan untuk mengoptimalkan keputusan penentuan pemasok, menghadirkan dukungan bagi proses pengambilan keputusan yang lebih unggul di dalam ranah industri manufaktur dan penerbangan.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, sistem ini menerapkan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk melakukan optimasi penentuan vendor pemasok material pesawat dalam industri manufaktur. Keputusan menggunakan PSO sebagai algoritma optimisasi dilandaskan pada kemampuannya dalam menjelajahi ruang pencarian yang kompleks, dengan harapan menemukan solusi optimal. Esensi utama yang ingin dicapai oleh sistem ini adalah untuk meningkatkan efisiensi serta kualitas dalam pemilihan vendor pemasok, dengan penekanan pada hasil produksi dan variabel-parameter yang terkait. Melalui pemanfaatan algoritma

PSO, sistem berusaha untuk mengoptimalkan keputusan penentuan pemasok, dan pada gilirannya, mendukung peningkatan proses pengambilan keputusan dalam industri penerbangan dan manufaktur.

2. Perancangan Sistem Penentuan Vendor Untuk Material Pesawat

Pada awal penelitian, langkah pertama adalah mengumpulkan data, kemudian dilakukan inisialisasi parameter seperti jumlah partikel (N), inersia (w), faktor pembelajaran kognitif (c_1), faktor pembelajaran sosial (c_2), dan iterasi maksimum (max_iterasi). Dari sini, dihitung nilai fitness untuk menetapkan P_{Best} , yang selanjutnya digunakan untuk memperbarui G_{Best} sebagai nilai objektif global. Proses berlanjut dengan perhitungan kecepatan yang berhenti saat mencapai tujuan fungsi objektif yang ditargetkan. Output akhir adalah nilai kecepatan yang berhubungan dengan objektif terbaik. Rancangan sistem dijelaskan lebih lanjut dalam Diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO).

Penelitian ini menggunakan dataset pembelian dari PT. Dirgantara Indonesia antara tahun 2019-2023. Dataset berupa file excel yang mencakup penjelasan level, penggunaan material, kategori pesawat, dan penjualan harian hingga 6 Oktober 2023. Informasi penjualan material terdiri dari 36 fitur dengan total 45.396 data input.

Pada langkah berikutnya, dilakukan inisialisasi parameter input dengan menerapkan tahap implementasi dari algoritma particle swarm optimization.

Proses Menentukan Kelompok atau Kawanan Partikel

Dalam algoritma ini, diasumsikan bahwa N merupakan ukuran kelompok atau kawanan partikel. Agar jumlah evaluasi fungsi yang dibutuhkan untuk mencari solusi dapat dikelola, penting untuk memilih ukuran N yang tepat. Ukuran N sebaiknya tidak terlalu besar atau terlalu kecil. Ukuran yang terlalu besar dapat memberikan banyak kemungkinan posisi, tetapi juga dapat membuat perhitungan

menjadi lebih lama. Sebaliknya, ukuran yang terlalu kecil dapat mengurangi kemungkinan menemukan posisi partikel yang baik.

Tahap pertama dalam implementasi Particle Swarm Optimization (PSO) adalah menginisialisasi parameter input. Dalam tahap ini, langkah-langkah yang harus diikuti adalah:

a. Menentukan Ukuran Kelompok Partikel (N):

Ukuran kelompok partikel atau kawanan (N) merupakan jumlah partikel yang akan digunakan dalam algoritma. Penting untuk memilih nilai N yang tepat agar tidak terlalu besar atau terlalu kecil. Ini dapat membantu mengurangi jumlah evaluasi fungsi dan waktu komputasi.

b. Bangkitkan Populasi Awal Partikel (x):

Populasi awal dari partikel-partikel dibuat dengan menghasilkan koordinat acak untuk masing-masing partikel. Koordinat ini berada dalam rentang tertentu.

c. Inisialisasi Kecepatan Awal:

Setiap partikel dalam populasi awal diberikan kecepatan awal yang diatur sebagai nol. Pada tahap ini, belum ada pergerakan yang terjadi.

d. Menentukan Personal Best (PBest) dan Global Best (GBest):

Pada setiap iterasi i , langkah-langkah berikut dilakukan: Untuk setiap partikel, nilai PBest ditentukan berdasarkan posisi terbaik yang telah dicapai oleh partikel tersebut sejauh ini., Nilai GBest ditemukan berdasarkan partikel yang memiliki PBest terbaik dari seluruh populasi.

e. Perhitungan Kecepatan Partikel (v):

Kecepatan setiap partikel dihitung dengan menggunakan rumus yang melibatkan faktor pembobotan individu (cognitive) dan faktor pembobotan sosial (social), serta bilangan acak. Faktor-faktor ini mempengaruhi bagaimana partikel bergerak menuju solusi.

f. Perhitungan Posisi Partikel (x):

Posisi atau koordinat setiap partikel dihitung ulang berdasarkan kecepatan yang telah dihitung pada langkah sebelumnya.

g. Menentukan Kriteria Penghentian:

Dilakukan verifikasi untuk melihat apakah solusi telah konvergen atau belum. Konvergensi terjadi jika semua partikel bergerak menuju nilai yang sama. Jika belum konvergen, langkah-langkah dari 4 hingga 6 diulang dengan meningkatkan nilai iterasi.

h. Evaluasi Nilai Fitness:

Setiap individu (partikel) dalam populasi dievaluasi berdasarkan fungsi tujuan yang ingin dioptimalkan. Ini menghasilkan nilai fitness untuk masing-masing individu.

i. Update Personal Best (PBest):

PBest yang telah ada dibandingkan dengan nilai fitness individu yang baru dihitung. PBest diperbarui dengan memilih nilai yang memiliki nilai fitness lebih baik.

j. Update Global Best (GBest):

GBest yang ada dibandingkan dengan PBest terbaru dari semua partikel. GBest diperbarui dengan memilih nilai PBest terbaik.

k. Evaluasi dan Evaluasi Kecepatan:

Kecepatan yang telah dihitung dievaluasi untuk memastikan tidak melebihi batas maksimum atau minimum yang telah ditentukan.

l. Update Posisi Partikel:

Posisi masing-masing partikel diperbarui berdasarkan nilai kecepatan yang telah dihitung.

m. Iterasi Lanjutan:

Langkah-langkah dari 8 hingga 12 diulang berulang-ulang sampai konvergensi tercapai atau kriteria penghentian lainnya terpenuhi.

n. Rangkuman Hasil Penelitian:

Seluruh langkah-langkah yang telah dijelaskan sebelumnya dirangkum dengan nomor-nomor rinci sesuai dengan urutan yang diikuti dalam proses implementasi algoritma PSO.

Dengan demikian, tahap inisialisasi parameter ini menjadi langkah penting dalam mempersiapkan algoritma PSO untuk pencarian solusi yang optimal melalui pergerakan partikel dalam kelompok.

3. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak melibatkan pemahaman, definisi, dan dokumentasi persyaratan serta harapan pengguna terhadap sistem perangkat lunak yang akan dikembangkan. Kebutuhan ini dijabarkan dalam bentuk kebutuhan fungsional Algoritma *Particle Swarm Optimization*, dimana fitur ini bertindak sebagai pemrosesan data hasil optimasi yang kemudian menjadi input pada langkah berikutnya dari algoritma tersebut. Tahapan fitur ini meliputi Inisialisasi Individu, Penentuan Kecepatan Maksimum, Inisialisasi Kecepatan, dan Perhitungan Nilai Kebugaran (*Fitness*).

a. *Use Case Diagram* Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Dalam perancangan perangkat lunak, penting untuk menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem. Diagram kasus pengguna (*use case*) digunakan untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang perlu ada dalam perangkat lunak berdasarkan kebutuhan fungsional. Pada sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat, *use case diagram* menunjukkan fitur-fitur seperti halaman beranda, tutorial, dan proses. Dalam proses, pengguna dapat menentukan parameter optimasi dan mengelola hasil optimasi.

b. *Use Case* Skenario Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Use case skenario menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem dalam bentuk tabel. Pada halaman beranda, pengguna dapat mengaksesnya; pada halaman tutorial, pengguna dapat mengakses materi tutorial. Proses Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) mencakup tahap Inisialisasi, Penentuan Kecepatan, Kecepatan Maksimum, dan Perhitungan Nilai Kebugaran. Proses ini menghasilkan nilai Indeks Kebugaran untuk setiap Vendor.

c. *Activity Diagram* Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Diagram aktivitas (*activity diagram*) menggambarkan alur proses dalam perangkat lunak. Pada sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat, terdapat tiga diagram aktivitas: untuk halaman beranda, halaman tutorial, dan proses Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Setiap diagram menjelaskan langkah-langkah dan interaksi antara aktor dan sistem.

d. *Sequence Diagram* Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Diagram urutan (*sequence diagram*) merinci interaksi antara pengguna dan sistem dalam proses perangkat lunak. Dalam penelitian ini, terdapat tiga diagram urutan: untuk halaman beranda, halaman tutorial, dan proses Algoritma PSO. Setiap diagram menjelaskan komunikasi antara objek di sistem saat pengguna berinteraksi.

e. *Class Diagram* Sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat

Diagram kelas (*class diagram*) merupakan bagian dari UML yang menunjukkan kelas-kelas yang ada dalam sistem serta hubungan antara kelas-kelas tersebut. Diagram ini menggambarkan objek dan paket dalam sistem, serta hubungan seperti asosiasi, generalisasi, dependensi, agregasi, dan komposisi.

4. Analisis Penggunaan DataSet

Dalam konteks analisis penggunaan dataset, terdapat penyajian informasi yang merinci karakteristik dataset Pembelian Material Pesawat di PT. Dirgantara Indonesia (PTDI) dari tahun 2019 hingga 2023. Informasi ini mencakup deskripsi fitur-fitur yang terdapat dalam dataset tersebut dan komponen data yang akan diambil dan dimanfaatkan. Untuk memperoleh dataset ini, langkah perizinan dilakukan untuk mendapatkan akses terkait data kebutuhan bahan material pesawat yang terjual di PT. Dirgantara Indonesia selama periode tersebut. Dataset yang berhasil diperoleh dari PT. Dirgantara Indonesia ini menggambarkan informasi kebutuhan material pesawat dan dijabarkan dalam bentuk deskripsi tabel. Di dalam dataset ini, beberapa fitur khusus diidentifikasi sebagai inisialisasi parameter input dalam metode penelitian ini.

5. Perancangan Antarmuka Sistem

Keberhasilan sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat sangat bergantung pada perencanaan antarmuka yang cermat. Perencanaan antarmuka ini berfungsi sebagai penghubung komunikasi antara pengguna dan sistem, memungkinkan interaksi yang lancar melalui representasi visual pada layar monitor. Tujuan utamanya adalah menciptakan pengalaman pengguna yang mudah dimengerti dan efisien saat menggunakan perangkat lunak tersebut. Komponen antarmuka terbagi menjadi tiga bagian utama: Halaman Awal, Halaman Panduan, dan Halaman Proses. Rincian rancangan untuk setiap halaman adalah sebagai berikut.

a. Halaman Awal.

Desain antarmuka pada Halaman Awal mencerminkan inti dari sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat.

b. Halaman Panduan

Rancangan antarmuka pada Halaman Panduan dibuat sesuai dengan karakteristik khusus sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat.

c. Halaman Proses

Rancangan antarmuka pada Halaman Proses secara khusus disesuaikan dengan sifat sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat.

Implementasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap pelaksanaan pengujian, dilakukan metode pengujian *Black Box Testing* dan *White Box Testing* dengan Teknik *Equivalence Partitioning* pada perangkat lunak yang telah dibangun. Pengujian ini bertujuan untuk menilai fungsionalitas dan kualitas perangkat lunak serta mengidentifikasi kelemahan dan kemampuan sistem. Pengujian *Black Box* melibatkan pengujian kualitas perangkat lunak dengan fokus pada sistem Penentuan Vendor untuk Material Pesawat. Pengujian *White Box* dilakukan dengan menganalisis struktur internal dan kode perangkat lunak, difokuskan pada aliran input dan output. Berbagai modul dalam sistem diuji, seperti Modul Halaman Beranda, Modul Halaman Tutorial, Modul Panel Proses, Modul Set Kecepatan Max, Modul Inisialisasi Kecepatan, Modul Hitung Fitness, Modul

getIndexVendor, Modul getIdVendor, Modul initIndividu, Modul getPanjangVendor, Modul bacaVendorPerformance, dan Modul bacaVendor. Selanjutnya, pengujian dilakukan terhadap algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pengujian pertama bertujuan mencari individu terbaik dengan memvariasikan jumlah individu dari 200 hingga 1000, dan iterasi tetap 50 selama 5 kali percobaan. Hasilnya menunjukkan bahwa individu terbaik adalah individu 1000 dengan fitness sebesar 1116.2434. Pengujian kedua dilakukan untuk mencari iterasi terbaik dengan variasi jumlah iterasi dari 100 hingga 300, dan jumlah individu tetap 500 selama 5 kali percobaan. Hasilnya mengidentifikasi iterasi terbaik pada iterasi 100 dengan fitness 1113.8359.

CONCLUSION

Hasil pengujian menggunakan metode basis path testing berhasil menghasilkan test case yang efektif dalam menemukan kesalahan pada kode program sistem optimasi penentuan vendor material pesawat. Terdapat total 11 skenario pengujian yang semuanya menghasilkan hasil yang sesuai. Oleh karena itu, sistem penentuan vendor material pesawat ini memiliki tingkat risiko rendah terhadap kesalahan atau cacat. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan output untuk menentukan vendor yang optimal dan efisien dalam pembelian material yang diperlukan. Kinerja optimal tersebut tercermin dalam nilai fitness terbesar pada setiap iterasi. Penelitian menggunakan 1166 dataset dari pembelian di PT. Dirgantara Indonesia (PTDI) antara 2019 hingga 2023. Namun, ditemukan kelemahan dalam algoritma particle swarm optimization, yakni kemungkinan terjebak pada solusi lokal, sehingga tidak dapat mencapai nilai optimum global pada setiap proses dalam sistem yang dibangun.

ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti dengan tulus mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat yang diberikan, serta mengirim salam kepada Nabi Muhammad SAW dan umat Islam. Penulis juga berterima kasih kepada dosen pembimbing, penguji, serta seluruh pengajar dan staf di Jurusan Teknik Informatika atas bimbingan dan ilmu yang diberikan. Keluarga, teman, dan orang-orang terdekat juga mendapat penghargaan atas doa, dukungan, dan cinta tanpa henti selama penulisan skripsi ini. Semua bentuk bantuan dan dukungan diharapkan mendapat balasan baik dari Allah SWT.

REFERENCES

- Adrian, R., Fauziyyah, A. K., & Alam, S. (2022). Continuous Integration/Continuous Delivery Optimization on Network Automation using Gray Wolf Optimizer. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 11(3), 776-784.
- Ananda, M. R., Maharani, N. S., Fadhila, E., & Rahma, A. (2023). Data Mining Dalam Perusahaan PT Indofood Lubuk Pakam. *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis (JEMB)*, 2(1), 97-102.
- Anggraini, R., Sari, P., Aisyah, S., Adhiko, R. G., Fadillah, T. D., & Awalia, K. (2022). Analisis Perencanaan Dan Pengawasan Persediaan Minyak Kelapa

- Sawit Pada PT. Pacific Palmindo Industri Medan. *Accumulated Journal (Accounting and Management Research Edition)*, 4(2), 160-172.
- Ardhy, F., Fernanda, F. E., Kurnia, U. I., Alfina, A., Salimu, S. A., Wassalam, O. J. F., ... & Pratama, R. Y. (2023). F, UML Pelatihan Analisis dan Desain Sistem Informasi Menggunakan Unified Modeling Language (UML) di SMK Pelita Madani Kabupaten Pringsewu. *Abdimas Universal*, 5(1), 97-104.
- Arofiq, N. M., Erlangga, R. F., Irawan, A., & Saifudin, A. (2023). Pengujian Fungsional Aplikasi Inventory Barang Kedatangan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 2(05), 1322-1330.
- Dewananta, M. F., & Ariyani, E. (2023). Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Sparepart dengan Metode Economic Order Quantity di Bengkel Mobil Sumber Jaya Probolinggo. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 13(1), 287-296.
- Biringkanae, P., & Bunahri, R. R. (2023). Literature Review Penggunaan Teknologi Kecerdasan Buatan dalam Penerbangan: Analisis Perkembangan Teknologi, Potensi Keamanan, dan Tantangan. *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 4(5), 745-752.
- Dika, R. Y., Pahlevi, M. F., & Agustin, A. R. (2023). Analisis Komprehensif Terhadap Peran Manajer Proyek Dalam Mengelola Proyek Yang Kompleks. *Jurnal ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(2), 209-226.
- Delfina, D., Anantia, R., Ng, I., Quinn, F., Wijaya, A. J., & Lie, H. W. (2023). Operasional PT Astra Agro Lestari Tbk Sebelum, Saat, dan Sesudah Masa Pandemi COVID-19. *YUME: Journal of Management*, 6(2), 636-647.
- Fauzi, M. Z. (2023). *Efektivitas Penerapan Sistem Enterprise Resource Planning (ERP) Dalam Operasional Pergudangan Pada Gudang Perum Bulog Meger Klaten* (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Firdaus, A. F., & Firdaus, W. I. (2021). Text Mining Dan Pola Algoritma Dalam Penyelesaian Masalah Informasi:(Sebuah Ulasan). *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknik Komputer)*, 13(1), 66-78.
- Ladita, P. (2020). *Analisis penerapan aplikasi android tokocrypto menggunakan pendekatan design thinking dibantu dengan platform design toolkit v. 2* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Mafaza, S. A. R., & Haryati, E. S. (2022). Analisis Safety Management System Petugas AMC Dalam Menangani Bahaya Hewan Liar di Area Airside Bandar Udara Adi Soemarmo Surakarta. *Jurnal Multidisiplin Madani*, 2(5), 2533-2550.
- Maknun, M., Pramukti, A., & Pelu, M. F. A. (2023). Evaluasi Peran Target Costing dalam Manajemen Biaya Produksi (Studi Kasus CV GRV Interior). *SEIKO: Journal of Management & Business*, 6(2), 465-478.
- Octavianie, A. (2020). Penerapan Safety Management System pada AMTO 147D-13 Program Studi Teknologi Pemeliharaan Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Makassar. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 3(2), 129-135.

- Rakasiwi, S. (2023). Teknik Menjamin Kualitas Bagi Pengembang Perangkat Lunak. *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*, 1-138.
- Rusdiana, D., Ali, Y., Thamrin, S., & Widodo, R. (2021). Strategi Pembangunan Industri Pertahanan Pada Negara Kepulauan Guna Mendukung Pertahanan Negara. *Academia Praja: Jurnal Ilmu Politik, Pemerintahan, dan Administrasi Publik*, 4(2), 427-440.
- Sabry, F. (2021). *Robotika Otonom: Bagaimana Robot Otonom akan ada di Sampul Majalah Time? (Vol. 6)*. One Billion Knowledgeable.
- Sari, N. H. (2019). *Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat Kulit Jagung*. Deepublish.
- Shami, T. M., El-Saleh, A. A., Alswaiti, M., Al-Tashi, Q., Summakieh, M. A., & Mirjalili, S. (2022). Particle swarm optimization: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 10, 10031-10061.
- Sharif, M., Amin, J., Raza, M., Yasmin, M., & Satapathy, S. C. (2020). An integrated design of particle swarm optimization (PSO) with fusion of features for detection of brain tumor. *Pattern Recognition Letters*, 129, 150-157.
- Tharwat, A., & Schenck, W. (2021). A conceptual and practical comparison of PSO-style optimization algorithms. *Expert Systems with Applications*, 167, 114430.
- Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress.
- Zahro, H. Z., & Wahyuni, F. S. (2020). Optimasi Particel Swarm Optimazation (Pso) Untuk Penentuan Base Trancivier System (Bts). *Jurnal Mnemonic*, 3(1), 7-10.
- Zhu, Y., Li, G., Wang, R., Tang, S., Su, H., & Cao, K. (2021). Intelligent fault diagnosis of hydraulic piston pump combining improved LeNet-5 and PSO hyperparameter optimization. *Applied Acoustics*, 183, 108336.