



Optimalisasi Manajemen Distribusi Produk Skincare Melalui Penerapan Sistem Informasi Berbasis Web dengan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Menggunakan Pendekatan V-Model

Arya Syaputra, Dedin Fathudin

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

Aryasaputra1306@gmail.com, dosen0039@unpam.ac.id

Article Info

Keywords:

Sistem Informasi Distribusi
Particle Swarm Optimization
V-Model
Optimasi Rute
Skincare

ABSTRACT

PT Style Korean Indonesia masih menggunakan spreadsheet dalam beberapa proses distribusi, seperti pencatatan stok, pengelolaan reseller, dan pengiriman. Kondisi tersebut dapat menimbulkan ketidaksesuaian data serta menyulitkan pemantauan proses distribusi. Penelitian ini mengembangkan sistem informasi distribusi berbasis web dengan pendekatan V-Model yang mengintegrasikan pengelolaan produk, reseller, dokumen pengiriman, status distribusi, laporan, serta optimasi rute menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). Data penelitian diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Algoritma PSO diterapkan untuk memberikan rekomendasi urutan kunjungan reseller pada pengiriman menggunakan armada internal berdasarkan koordinat lokasi tujuan. Sistem diuji melalui Black Box Testing, pengujian algoritma PSO, dan User Acceptance Testing (UAT). Hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan skenario yang ditetapkan. Pengujian PSO dengan dua tujuan reseller menghasilkan rekomendasi rute PT Style Korean Indonesia–Arra–Josh–PT Style Korean Indonesia dengan estimasi jarak 40,68 km, waktu 1 jam 21 menit, dan nilai fitness 0,0246 setelah 100 iterasi. Sementara itu, UAT terhadap tiga responden memperoleh tingkat penerimaan sebesar 91,43%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat membantu pengelolaan dan pemantauan distribusi secara lebih terstruktur serta memberikan rekomendasi rute bagi pengiriman menggunakan armada internal.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Arya Syaputra
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pamulang
Jl. Surya Kencana 01, Pamulang Barat, Pamulang
Email: Aryasaputra1306@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri *skincare* di Indonesia menunjukkan peningkatan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama setelah masuknya berbagai merek asal Korea yang memiliki daya tarik kuat di kalangan konsumen lokal. Produk *skincare* memiliki perputaran stok yang relatif tinggi dan

membutuhkan pengelolaan persediaan serta pengiriman yang akurat. Oleh karena itu, perusahaan membutuhkan sistem yang mampu mengelola data produk, stok, reseller, dan aktivitas distribusi secara terintegrasi. PT Style Korean Indonesia merupakan perusahaan yang mendistribusikan produk skincare Korea kepada reseller di berbagai wilayah. Berdasarkan hasil analisis pada penelitian, beberapa aktivitas distribusi masih dilakukan menggunakan Google Spreadsheet dan pengelolaan berkas secara manual. Data produk, stok barang masuk dan keluar, serta pencatatan distribusi dikelola secara terpisah. Kondisi tersebut dapat menimbulkan risiko data ganda, kesalahan input, ketidaksesuaian antara stok fisik dan data, serta keterlambatan dalam memperoleh informasi distribusi.

Permasalahan lainnya terdapat pada proses penentuan rute pengiriman. Penentuan rute sebelumnya lebih banyak dilakukan berdasarkan pengalaman dan perkiraan sehingga efisiensi rute sulit diukur secara objektif. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem informasi distribusi berbasis web yang dapat memusatkan pengelolaan data distribusi sekaligus memberikan rekomendasi urutan rute pengiriman menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem informasi distribusi berbasis web dapat membantu meningkatkan akurasi pencatatan dan efisiensi pengelolaan distribusi. Selain itu, metode PSO dapat digunakan untuk menentukan rute distribusi yang lebih efisien.

Proses pengembangan sistem dilakukan menggunakan pendekatan V-Model agar setiap tahap perancangan dan pengujian berjalan secara terstruktur serta sesuai dengan kebutuhan organisasi. Metode V-Model digunakan karena mampu menyediakan alur pengembangan sistem yang terstruktur dan terintegrasi antara tahap perancangan dan pengujian, sehingga proses verifikasi lebih sistematis dan kualitas sistem dapat terjaga dengan baik (Soni & Sharma, 2022; Pratama & Hidayat, 2024). Atas dasar uraian latar belakang tersebut, penulis menetapkan judul penelitian “Optimasi Manajemen Distribusi Produk Skincare Melalui Penerapan Sistem Informasi Berbasis Web Dengan Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Menggunakan Pendekatan V-Model”

2. METODE PENELITIAN

2.1 Objek dan Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada PT Style Korean Indonesia yang berlokasi di Tangerang, Indonesia. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis proses distribusi yang sedang berjalan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian sistem. Data penelitian diperoleh melalui observasi terhadap aktivitas distribusi, wawancara dengan pihak yang berkaitan dengan kegiatan gudang dan distribusi, serta dokumentasi proses distribusi yang sedang berjalan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Observasi dilakukan dengan mengamati aktivitas warehouse, terutama pencatatan stok, pengemasan, pembuatan dokumen pengiriman, dan alur distribusi kepada reseller atau influencer. Wawancara dilakukan dengan Admin Warehouse dan Leader Warehouse untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan sistem dan kendala operasional. Dokumentasi dilakukan dengan menelaah spreadsheet stok, format laporan, dan contoh dokumen pengiriman. Studi pustaka digunakan untuk mengkaji sistem informasi, manajemen distribusi, PSO, V-Model, dan konsep perhitungan jarak.

2.2 Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode V-Model sebagai pendekatan pengembangan system. Tahapan pengembangan meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, perancangan arsitektur, perancangan terperinci, implementasi, pengujian, validasi, evaluasi serta penyempurnaan. Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa fungsi utama, yaitu autentikasi pengguna dan hak akses, pengelolaan data produk dan stok, pengelolaan data reseller, pengelolaan dokumen pengiriman, pemantauan status distribusi, optimasi rute menggunakan PSO, dan pembuatan laporan distribusi.

Tahap	Penerapan
Requirement Analysis	Kebutuhan login, produk, reseller, dokumen, distribusi, laporan, dan PSO.
System Design	Database, alur distribusi, arsitektur, dan antarmuka.
Implementation	PHP Native, Bootstrap, JavaScript, dan MariaDB.
Integration and testing	Pengujian modul dan hubungan antar-modul serta Black Box Testing pada fungsi system
Validation	UAT dengan admin dan leader warehouse

Tabel 2. 1 Tahapan Pengembangan Sistem

2.3 Perancangan Sistem

Sistem dikembangkan menggunakan PHP sebagai bahasa pemrograman utama dengan MariaDB sebagai basis data. Proses pengembangan dilakukan pada lingkungan lokal menggunakan XAMPP sebagai web server dan Visual Studio Code sebagai perangkat untuk penulisan kode program. Implementasi database dilakukan menggunakan MariaDB yang dikelola melalui phpMyAdmin. Database yang digunakan pada sistem diberi nama db distribusi skincare dan berfungsi sebagai pusat penyimpanan data yang berkaitan dengan proses distribusi. Struktur database disusun berdasarkan hasil perancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dan struktur tabel yang telah dirancang pada bab sebelumnya.

Terdiri dari halaman login yang digunakan sebagai pembatas akses awal sebelum pengguna dapat masuk ke halaman utama aplikasi, halaman dashboard menyediakan beberapa informasi ringkas berupa Total Produk, Total Reseller, Dokumen Distribusi, dan Hasil Optimasi, halaman manajemen produk digunakan untuk mengelola data produk yang tersimpan dalam sistem. Informasi yang ditampilkan meliputi SKU, nama produk, kategori, harga, jumlah stok, serta waktu terakhir data diperbarui. Selanjutnya halaman manajemen reseller, halaman dokumen pengiriman, halaman optimasi rute distribusi, halaman hasil optimasi rute, serta halaman laporan distribusi.

Alur distribusi dimulai dari pengelolaan produk dan reseller, kemudian pembuatan dokumen pengiriman. Dokumen perlu melalui proses persetujuan sebelum tahapan distribusi dilanjutkan. Proses warehouse dicatat melalui tahapan Menunggu, Picking, Packing, Siap Dikirim, Dikirim, Diterima, dan Selesai. Setiap perubahan status disimpan sebagai riwayat distribusi.

Modul optimasi digunakan ketika dokumen pengiriman menggunakan armada internal dan memiliki lebih dari satu tujuan. Sistem mengambil koordinat reseller dari data master, menghitung jarak antar lokasi, menjalankan PSO, kemudian menyimpan urutan rute, total jarak, estimasi waktu, nilai fitness, dan jumlah iterasi pada tabel route_optimization.

2.4 Penerapan Particle Swarm Optimization

Particle Swarm Optimization merupakan algoritma optimasi berbasis populasi. Setiap partikel merepresentasikan kandidat solusi dan diperbarui berdasarkan personal best serta global best. Mekanisme pembaruan mempertimbangkan inertia weight, komponen kognitif, dan komponen sosial. Pada penelitian ini, kandidat solusi direpresentasikan sebagai alternatif urutan kunjungan reseller.

Tahap pertama optimasi adalah menentukan pusat distribusi. PT Style Korean Indonesia digunakan sebagai titik awal sekaligus titik akhir. Data lokasi disimpan dalam bentuk latitude dan longitude. Sistem kemudian mengambil data reseller yang terdapat pada dokumen pengiriman. Kelengkapan koordinat menjadi syarat agar proses optimasi dapat dilakukan. Pada proses optimasi rute distribusi, metode Particle Swarm Optimization (PSO) menggunakan beberapa parameter sebagai dasar pergerakan partikel dalam mencari susunan rute terbaik.

No	Parameter	Nilai	Keterangan
1	Jumlah Partikel	30	Jumlah kandidat solusi yang digunakan dalam satu proses optimasi
2	Maksimum Iterasi	100	Batas pengulangan proses pencarian solusi
3	Inertia Weight (w)	0,7	Mengatur pengaruh kecepatan partikel sebelumnya
4	Cognitive Coefficient (c1)	1,5	Mengatur pengaruh pengalaman terbaik masing-masing partikel
5	Social Coefficient (c2)	1,5	Mengatur pengaruh solusi terbaik dari seluruh populasi
6	Kecepatan Rata-rata Kendaraan	30 km/jam	Digunakan untuk menghitung estimasi waktu perjalanan

Tabel 2.2 Parameter PSO

Penilaian terhadap setiap rute dilakukan menggunakan fungsi fitness yang berorientasi pada minimisasi jarak. Perhitungan fitness dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Fitness = \frac{1}{Total\ Jarak}$$

Dengan pendekatan tersebut, rute dengan total estimasi jarak yang lebih kecil akan menghasilkan nilai fitness yang lebih besar. Hasil akhir berupa urutan rute, estimasi total jarak, estimasi waktu, fitness value, serta jumlah iterasi kemudian disimpan pada tabel route_optimization.

Jarak antar lokasi dihitung menggunakan metode Haversine. Metode ini menggunakan koordinat geografis untuk memperoleh estimasi jarak dalam kilometer. Nilai jarak antar lokasi menjadi dasar evaluasi kandidat rute. Karena penelitian berorientasi pada minimisasi jarak, kandidat dengan total jarak lebih kecil diprioritaskan.

Persamaan Haversine yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \times \cos(lat_2) \times \sin^2\left(\frac{\Delta lon}{2}\right)$$

$$c = 2 \times \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \times c$$

Keterangan :

Simbol	Keterangan
d	Jarak antar lokasi
R	Jari-jari bumi (6.371 km)
lat	Latitude
lon	Longitude

Setelah populasi awal terbentuk, setiap kandidat dievaluasi menggunakan fungsi fitness. Kecepatan dan posisi partikel diperbarui secara iteratif dengan mempertimbangkan solusi terbaik yang ditemukan. Proses dilanjutkan hingga jumlah iterasi yang ditetapkan tercapai. Hasil akhir kemudian disimpan dan ditampilkan pada sistem.

2.5 Teknologi Implementasi

Implementation dilakukan untuk merealisasikan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya menjadi aplikasi berbasis web. Dalam proses pengembangannya, PHP Native digunakan untuk menangani fungsi utama sistem, sedangkan Bootstrap digunakan dalam penyusunan tampilan antarmuka dan JavaScript untuk mendukung interaksi pada halaman. Penulisan kode dilakukan melalui Visual Studio Code, kemudian aplikasi dijalankan pada web server Apache menggunakan XAMPP sebagai lingkungan pengembangan.

Komponen	Teknologi
Bahasa Pemrograman	PHP Native
Front-end	HTML5, CSS3, Bootstrap 5
Client-side	JavaScript
Database	MariaDB
DBMS	phpMyAdmin
Code Editor	Visual Studio Code
Web Server	Apache (XAMPP)
Algoritma Optimasi	Particle Swarm Optimization (PSO)
Browser Pengujian	Google Chrome / Microsoft Edge

Tabel 2.3 Komponen Implementasi yang Dibutuhkan

2.6 Pengujian

Implementation dilakukan untuk merealisasikan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya menjadi aplikasi berbasis web. Pengujian dilakukan melalui Unit Testing, Integration Testing, System Testing menggunakan Black Box Testing, pengujian algoritma PSO, dan Acceptance Testing menggunakan UAT. Pengujian dilakukan pada login, manajemen produk, reseller, dokumen pengiriman, optimasi rute, dan laporan.

Unit Testing dilakukan untuk menguji setiap modul sistem secara terpisah guna memastikan bahwa fungsi yang telah diimplementasikan berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Integration Testing bertujuan untuk memverifikasi proses pertukaran data antar modul sehingga setiap fungsi dapat berjalan sesuai dengan alur yang telah dirancang. Hubungan yang diuji meliputi Login–Dashboard, Produk–Dokumen Pengiriman, Reseller–Dokumen Pengiriman, Dokumen Pengiriman–Optimasi Rute, Optimasi Rute–Hasil Optimasi, serta Hasil Optimasi–Laporan. System testing dilakukan untuk menguji sistem secara

menyeluruh setelah seluruh modul berhasil diintegrasikan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah Black Box Testing, yaitu pengujian yang berfokus pada fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur kode program. Black Box Testing berfokus pada hubungan antara masukan dan keluaran tanpa memeriksa struktur kode program. Pengujian Black Box diterapkan pada seluruh fitur utama, meliputi proses login, pengelolaan data produk, pengelolaan data reseller, pembuatan dokumen pengiriman, optimasi rute distribusi menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO), serta penyajian laporan distribusi. Selanjutnya Acceptance Testing (UAT) yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem yang telah dikembangkan dapat diterima dan digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian melibatkan tiga responden, yaitu dua Admin Warehouse dan satu Leader Warehouse. Kuesioner terdiri atas tujuh pernyataan dengan skala Likert lima tingkat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi menghasilkan aplikasi web yang memusatkan data distribusi dalam satu basis data. Pengguna masuk melalui halaman login dan diarahkan ke dashboard berdasarkan hak akses. Dashboard memberikan gambaran aktivitas yang perlu dikelola, kemudian pengguna dapat mengakses modul data produk, reseller, dokumen pengiriman, optimasi rute, hasil optimasi, dan laporan.

Modul manajemen produk digunakan untuk mengelola informasi produk dan stok. Data produk yang tersimpan menjadi sumber informasi ketika produk digunakan dalam dokumen pengiriman. Dengan penyimpanan terpusat, data tidak perlu dicatat kembali pada sumber yang berbeda sehingga proses pembaruan dapat dilakukan melalui sistem. Modul reseller menyimpan data tujuan distribusi, termasuk koordinat geografis. Data koordinat menjadi komponen penting bagi proses optimasi PSO. Jika koordinat tujuan tidak lengkap, proses perhitungan rute tidak dapat dilakukan. Modul dokumen pengiriman mencatat transaksi distribusi dan mengelola proses persetujuan. Dokumen Goods Issue (GI), Proforma Invoice (PFI), Invoice Receipt (IR), dan Invoice harus memperoleh persetujuan sebelum proses distribusi dilanjutkan. Modul status distribusi mencatat perkembangan pengiriman melalui tahapan Menunggu, Picking, Packing, Siap Dikirim, Dikirim, Diterima, dan Selesai. Perubahan status disimpan sebagai riwayat sehingga Admin Warehouse maupun Leader Warehouse dapat mengetahui perkembangan pengiriman. Modul optimasi rute menjadi bagian penting sistem. Admin memilih dokumen distribusi yang memenuhi kondisi untuk optimasi, sistem mengambil koordinat reseller, menjalankan PSO, lalu menampilkan urutan rute, total jarak, estimasi waktu, fitness, dan jumlah iterasi. Hasil tersebut dapat menjadi bagian dari laporan distribusi.

3.2. Data Pengujian Particle Swarm Optimization

Penelitian ini menggunakan PT. Style Korean Indonesia sebagai satu-satunya titik awal distribusi dengan koordinat latitude -6.2211099 dan longitude 106.5857303. Koordinat reseller diperoleh dari lokasi tujuan yang telah disimpan pada data master reseller. Pada pengujian, digunakan dokumen pengiriman DIST-20260813-00008 yang memiliki dua tujuan, yaitu Arra dan Josh. Data koordinat tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung estimasi jarak antar lokasi sebelum diproses menggunakan algoritma PSO.

No	Lokasi	Jenis Lokasi	Latitude	Longitude
1	PT. Style Korean Indonesia	Pusat Distribusi	-62.211.099	1.065.857.303
2	Arra	Reseller	-624.199.360	10.675.925.900
3	Josh	Reseller	-622.368.780	10.676.051.800

Tabel 3.1 Data Lokasi Distribusi

Pengujian menggunakan 30 partikel dan 100 iterasi dengan inertia weight 0,7, cognitive coefficient 1,5, dan social coefficient 1,5. Kecepatan rata-rata kendaraan yang digunakan untuk estimasi waktu perjalanan adalah 30 km/jam. Proses dimulai dengan pembentukan alternatif rute, perhitungan jarak, evaluasi fitness, pembaruan kandidat, dan pengulangan sampai iterasi maksimum tercapai.

3.3. Hasil Optimasi Rute

Pengujian optimasi dilakukan menggunakan dokumen pengiriman DIST-20260813-00008 yang memiliki dua tujuan distribusi, yaitu Arra dan Josh. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode PSO, sistem menghasilkan urutan kunjungan yang dimulai dari pusat distribusi menuju Arra, dilanjutkan ke Josh, kemudian kembali ke gudang. Hasil tersebut diperoleh setelah sistem menyelesaikan 100 kali iterasi sesuai dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

Parameter	Hasil
Nomor pengiriman	DIST-20260813-00008
Jumlah tujuan	2 reseller
Urutan rute	PT. Style Korean Indonesia → Arra → Josh → PT. Style Korean Indonesia
Estimasi jarak	40,68 km
Estimasi waktu	1 jam 21 menit
Fitness	0,0246
Iterasi	100

Tabel 3. 2 Hasil Pengujian PSO

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem menghasilkan urutan kunjungan dari pusat distribusi menuju Arra, kemudian Josh, dan kembali ke pusat distribusi. Rute tersebut menjadi keluaran proses optimasi untuk dua tujuan yang digunakan dalam pengujian. Selain urutan kunjungan, sistem menampilkan estimasi jarak dan waktu sehingga pengguna memperoleh informasi tambahan untuk perencanaan distribusi. Nilai fitness 0,0246 diperoleh setelah proses optimasi dilakukan hingga 100 iterasi. Evaluasi kandidat diarahkan pada pencarian rute dengan estimasi jarak yang lebih efisien. Kandidat rute diperbarui berdasarkan solusi terbaik yang ditemukan selama pencarian.

Jarak 40,68 km merupakan estimasi berbasis koordinat geografis dan bukan jarak jalan aktual. Perhitungan Haversine mengukur jarak berdasarkan posisi geografis, sehingga belum mempertimbangkan jaringan jalan, kemacetan, penutupan jalan, atau perubahan jalur. Oleh sebab itu, hasil PSO pada penelitian ini merupakan rekomendasi urutan berdasarkan estimasi jarak, bukan navigasi real-time.

3.4. Hasil Black Box

No	Modul	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Login	Memasukkan username dan password yang valid	Sistem menampilkan halaman dashboard	Berhasil	Valid
2	Manajemen Produk	Menambahkan data produk	Data produk tersimpan di database	Berhasil	Valid
3	Manajemen Produk	Mengubah data produk	Data produk berhasil diperbarui	Berhasil	Valid
4	Manajemen Produk	Menghapus data produk	Data produk berhasil dihapus	Berhasil	Valid
5	Manajemen Reseller	Menambahkan data reseller	Data reseller tersimpan di database	Berhasil	Valid
6	Dokumen Pengiriman	Membuat dokumen pengiriman	Dokumen berhasil dibuat	Berhasil	Valid
7	Persetujuan Dokumen	Menyetujui dokumen GI, PFI, IR, dan Invoice	Status dokumen berubah menjadi Approved	Berhasil	Valid
8	Proses Picking	Mengubah status menjadi Picking	Status distribusi berubah menjadi Picking	Berhasil	Valid
9	Proses Packing	Mengubah status menjadi Packing	Status distribusi berubah menjadi Packing	Berhasil	Valid
10	Optimasi Rute	Menjalankan PSO pada armada internal	Sistem menghasilkan rute distribusi	Berhasil	Valid
11	Pengiriman 3PL	Memasukkan nomor resi dan mengirimkan barang	Status berubah menjadi Dikirim	Berhasil	Valid
12	Konfirmasi Penerimaan	Mengonfirmasi penerimaan barang	Status berubah menjadi Diterima	Berhasil	Valid
13	Laporan Distribusi	Menampilkan laporan distribusi	Data laporan ditampilkan sesuai filter	Berhasil	Valid

Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Black Box

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh fungsi yang terdapat pada sistem dapat dijalankan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Setiap modul mampu menerima masukan, memproses data, dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan rancangan sistem. Dengan demikian, sistem informasi distribusi yang dikembangkan dapat digunakan untuk mendukung proses distribusi produk di PT. Style Korean Indonesia.

Pada proses login, sistem dapat menerima kredensial yang benar dan memberikan validasi ketika data tidak sesuai atau belum diisi. Pada manajemen produk, skenario pengujian mencakup penambahan, perubahan, dan penghapusan data. Data produk yang berhasil disimpan dapat digunakan dalam dokumen pengiriman. Pada modul reseller, data tujuan dapat dikelola dan digunakan sebagai tujuan pengiriman. Pada dokumen pengiriman, sistem dapat menyimpan informasi transaksi dan meneruskan data tujuan ke modul optimasi. Ketika kondisi optimasi terpenuhi, data koordinat reseller diproses oleh PSO. Hasil perhitungan kemudian ditampilkan pada modul hasil optimasi dan dapat diteruskan ke laporan distribusi.

3.5. User Acceptance Testing

UAT dilakukan setelah pengguna mencoba fungsi utama sistem sesuai peran masing-masing. Pengujian UAT melibatkan 3 responden yang terdiri dari 2 orang admin Warehouse dan 1 orang Leader Warehouse. Pemilihan responden disesuaikan dengan pengguna yang terlibat langsung dalam penggunaan sistem. Admin Warehouse mewakili pengguna yang menjalankan kegiatan operasional melalui sistem,

Sedangkan Leader Warehouse mewakili pengguna yang melakukan pemantauan terhadap proses distribusi.

No.	Kode Responden	Posisi
1	R1	Admin Warehouse
2	R2	Admin Warehouse
3	R3	Leader Warehouse

Tabel 3. 1 Responden User Acceptance Testing

Kuesioner terdiri atas tujuh pertanyaan. Setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Likert lima tingkat. , dari 21 jawaban yang diperoleh melalui 3 responden dan 7 pernyataan, terdapat 12 jawaban Sangat Setuju dan 9 jawaban Setuju. Tidak terdapat jawaban Netral, Tidak Setuju, maupun Sangat Tidak Setuju. Dengan pembobotan skala Likert, total skor aktual yang diperoleh adalah 96. Skor ideal dihitung berdasarkan jumlah responden, jumlah pernyataan, dan bobot tertinggi pada skala penilaian. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Skor Ideal = Jumlah Responden $\times$ Jumlah Pernyataan $\times$ Bobot Tertinggi

Skor Ideal = $3 \times 7 \times 5 = 105$

Berdasarkan hasil tersebut, skor ideal atau skor maksimum yang dapat diperoleh adalah 105. Lalu persentase UAT dihitung dengan membandingkan skor aktual terhadap skor ideal.

$$\text{Persentase UAT} = \frac{\text{Total Skor Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase UAT} = \frac{96}{105} \times 100\%$$

$$\text{Persentase UAT} = 91,43 \%$$

Secara keseluruhan, hasil UAT menunjukkan bahwa sistem memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar 91,43% berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada 2 Admin Warehouse dan 1 Leader Warehouse. Hasil tersebut memberikan gambaran bahwa fungsi sistem, penyajian informasi, optimasi rute PSO, dan laporan distribusi telah memperoleh respons positif dari pengguna yang terlibat dalam pengujian.

3.6. Pembahasan

Penerapan sistem berbasis web memberikan perubahan pada proses distribusi, terutama dalam pengelolaan data produk, data reseller, dokumen pengiriman, dan pelacakan status distribusi. Seluruh data yang sebelumnya disimpan secara terpisah kini dikelola melalui satu basis data yang sama. Dengan demikian, proses pencarian, penyimpanan, dan pembaruan data dapat dilakukan secara lebih cepat dan terstruktur. Selain itu, sistem juga menerapkan mekanisme persetujuan dokumen sebelum proses distribusi dilaksanakan. Dokumen seperti Goods Issue (GI), Proforma Invoice (PFI), Invoice Receipt (IR), dan Invoice harus memperoleh persetujuan terlebih dahulu sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Mekanisme tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh dokumen telah diverifikasi sehingga risiko kesalahan selama proses distribusi dapat diminimalkan.

Dari sisi operasional gudang, sistem mampu memberikan informasi mengenai perkembangan setiap pengiriman melalui beberapa tahapan status, yaitu Menunggu, Picking, Packing, Siap Dikirim, Dikirim,

Diterima, dan Selesai. Perubahan status dicatat secara otomatis ke dalam riwayat distribusi sehingga administrator dapat melakukan pemantauan terhadap setiap aktivitas yang terjadi selama proses pengiriman. Berdasarkan hasil implementasi, sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan seluruh tahapan distribusi ke dalam satu platform. Hal tersebut memberikan kemudahan bagi administrator dalam melakukan pengelolaan data, memantau status pengiriman, serta menyusun laporan distribusi secara lebih efektif.

Pada sisi optimasi, algoritma PSO mampu menghasilkan rekomendasi urutan kunjungan secara otomatis berdasarkan data lokasi reseller yang tersimpan di dalam sistem. Pada pengujian yang dilakukan menggunakan dua tujuan distribusi, sistem menghasilkan rute pengiriman dari PT. Style Korean Indonesia menuju reseller Arra, kemudian dilanjutkan ke reseller Josh, sebelum kembali ke pusat distribusi. Selain menghasilkan urutan kunjungan, sistem juga mampu menampilkan informasi tambahan berupa estimasi jarak tempuh dan estimasi waktu perjalanan. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan sebelum proses distribusi dilakukan.

Penelitian ini tidak melakukan perbandingan performa PSO dengan Genetic Algorithm, Ant Colony Optimization, Dijkstra, atau metode optimasi lainnya. Pengujian rute juga masih menggunakan dua tujuan reseller. Oleh karena itu, hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk menyatakan PSO selalu lebih baik daripada algoritma lain pada seluruh kondisi distribusi, melainkan menunjukkan keberhasilan penerapan PSO pada sistem dan skenario pengujian yang dilakukan.

Keterbatasan lain adalah hasil jarak dan waktu belum menggunakan kondisi jalan aktual. Sistem menggunakan koordinat geografis dan metode Haversine, sehingga faktor lalu lintas dan perubahan kondisi jalan belum diperhitungkan. Konfirmasi penerimaan barang masih dilakukan secara manual. Kapasitas kendaraan, jumlah barang, prioritas pengiriman, jam operasional, dan waktu penerimaan reseller juga belum menjadi parameter optimasi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian fungsional dan UAT memperlihatkan bahwa sistem telah dapat digunakan sesuai kebutuhan utama penelitian. Tingkat penerimaan 91,43% memberikan indikasi bahwa pengguna memberikan penilaian positif terhadap fungsi, penyajian informasi, optimasi rute, dan laporan distribusi.

4. KESIMPULAN

Penelitian berhasil mengembangkan sistem informasi distribusi produk skincare berbasis web pada PT Style Korean Indonesia dengan pendekatan V-Model. Sistem mengintegrasikan pengelolaan produk, stok, reseller, dokumen pengiriman, persetujuan dokumen, status distribusi, hasil optimasi, dan laporan dalam satu platform. Penerapan sistem memberikan dukungan terhadap pemantauan distribusi melalui pencatatan status dari Menunggu hingga Selesai dan penyimpanan riwayat distribusi. Pengujian Black Box dan integrasi menunjukkan fungsi utama dapat berjalan sesuai skenario yang ditentukan. PSO berhasil diterapkan untuk menentukan urutan kunjungan reseller pada pengiriman menggunakan armada internal. Pada pengujian dengan dua tujuan, sistem menghasilkan rute PT Style Korean Indonesia → Arra → Josh → PT Style Korean Indonesia, estimasi jarak 40,68 km, estimasi waktu 1 jam 21 menit, nilai fitness 0,0246, dan 100 iterasi. UAT terhadap tiga responden yang terdiri dari dua Admin Warehouse dan satu Leader Warehouse menghasilkan tingkat penerimaan sebesar 91,43%. Hasil tersebut menunjukkan respons positif pengguna terhadap sistem. Pengembangan berikutnya disarankan mengintegrasikan layanan peta atau API pemetaan agar perhitungan dapat menggunakan jarak jalan dan kondisi lalu lintas. Sistem juga dapat dikembangkan dengan parameter kapasitas kendaraan, jumlah barang, prioritas pengiriman, jam operasional, dan waktu penerimaan. Pengujian dengan lebih banyak tujuan serta perbandingan dengan metode optimasi lain diperlukan untuk memperoleh evaluasi performa yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alshurideh et al., "The role of information systems in supporting organizational activities and decision-making," 2022.
- [2] Panitsettakorn, "Logistics and distribution challenges in the cosmetic industry," 2023.
- [3] Hwang and Kim, "Consumer trends and supply chain challenges in the skincare industry," 2022.
- [4] Rahman and Putri, "Pengembangan Sistem Informasi Distribusi Barang Berbasis Web," 2022.
- [5] Santoso and Widodo, "Optimasi Rute Distribusi Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)," 2023.
- [6] Pratama and Hidayat, "Implementasi Metode V-Model dalam Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web," 2024.
- [7] Feng and Zhao, "Adaptive swarm-based optimization for real-time decision systems," 2024.
- [8] Kumar and Chhabra, "A comprehensive review of particle swarm optimization variants and applications," 2023.
- [9] Rahman et al., "Particle swarm optimization for optimization and decision problems," 2022.
- [10] Arya and Sandhu, "Structured software lifecycle models and their implementation challenges," 2023.
- [11] Firmansyah and Kurniawan, "Maintenance efficiency in web-based information systems," 2022.
- [12] Han and Liu, "Particle swarm optimization for multi-stop distribution route planning," 2023.
- [13] Islam et al., "Improved particle swarm strategies for high-dimension optimization," 2023.
- [14] Kotler et al., *Marketing Management*, 16th ed. Pearson Education, 2022.
- [15] Kumari and Reddy, "Evaluation of V-Model effectiveness in structured software development environments," 2023.
- [16] Maimun and Lidiana, "Transportation planning and cost optimization in consumer goods distribution," 2023.

- [17] Meutia and Darmawan, "Suitability of V-Model for dynamic and evolving system requirements," 2024.
- [18] Nguyen and Simkin, "Distribution strategy in dynamic consumer markets," 2022.
- [19] Nguyen and Simkin, "Process automation and distribution performance improvement in FMCG supply chains," 2022.
- [20] Pathak et al., "Design of a web-based goods inventory information system," 2024.
- [21] Prasetyo and Andriani, "Frontend development trends in contemporary web systems," 2022.
- [22] Pratama and Sari, "Distribution management efficiency in supply chain performance improvement," 2023.
- [23] Pratama and Hidayat, "Scalability aspects in the development of enterprise web systems," 2023.
- [24] Putra and Widodo, "Implementasi sistem pencatatan persediaan untuk meningkatkan akurasi distribusi barang," 2022.
- [25] Putra and Handayani, "The role of distribution analytics in supporting strategic decision-making in supply chains," 2024.
- [26] Putra and Rahim, "Database reliability strategies in large-scale web information systems," 2023.