

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pendistribusian produk merupakan proses yang sangat penting dalam rantai pasokan suatu perusahaan, karena mencakup proses pengiriman barang dari fasilitas produksi atau gudang pusat ke tujuan akhir, seperti pengecer atau konsumen, dengan cara yang efisien dan efektif. Hal ini membuat perusahaan yang bergerak di bidang yang sama harus mempunyai strategi yang tepat agar dapat memenangkan persaingan. Salah satu strategi yang mungkin dilakukan adalah dengan meminimalkan biaya pendistribusian barang. Kusmira dan Taufiqurrahman (2017) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pendistribusian produk adalah kapasitas penyimpanan di gudang distributor, permintaan toko dan konsumen terhadap produk, serta biaya pengiriman baik dari distributor ke toko maupun dari toko ke konsumen. Selain itu, Chopra dan Meindl (2009) menekankan bahwa distribusi yang dirancang secara optimal dapat menjadi keunggulan kompetitif bagi perusahaan, karena mampu mengurangi biaya operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Namun, salah satu tantangan terbesar dalam pendistribusian produk adalah bagaimana mengoptimalkan rute pengiriman serta pengelolaan inventori secara bersamaan untuk menekan biaya transportasi dan penyimpanan, sekaligus mencegah kekurangan stok.

*Inventory routing problem* (IRP) merupakan masalah di mana pemasok atau penyedia produk bertanggung jawab untuk mengelola stok di berbagai toko dan menentukan rute pengiriman yang efisien menggunakan kendaraannya sendiri. Tidak seperti pendekatan tradisional yang memisahkan proses distribusi dan persediaan inventori, IRP menggabungkan persediaan inventori dan perencanaan distribusi agar proses logistik dapat berjalan lebih efisien (Moin & Salhi, 2007). Dalam IRP, rute pengiriman mengacu pada jalur yang ditempuh kendaraan dari gudang pusat ke berbagai lokasi distribusi, seperti toko atau titik distribusi lainnya. IRP umumnya melibatkan distributor dan ritel, tetapi tidak selalu langsung melibatkan konsumen akhir. Fokus utama IRP adalah

mengoptimalkan persediaan inventori dan distribusi untuk memastikan ketersediaan barang di lokasi yang membutuhkan dengan cara yang efisien dan hemat biaya. Oleh karena itu, keterlibatan distributor, ritel, dan konsumen dalam IRP akan bervariasi tergantung pada kompleksitas dan kebutuhan spesifik dari sistem distribusi. Hoff dkk. (2010) menyatakan IRP berfokus pada penentuan jadwal, jumlah, dan tujuan pengiriman produk agar permintaan pelanggan dapat terpenuhi dengan biaya serendah mungkin. Selain itu, IRP bertujuan untuk meminimalkan biaya dengan menentukan strategi distribusi dan pemantauan inventori yang optimal (Bertazzi dkk., 2019).

Pada kenyataannya, kegiatan distribusi mempunyai faktor yang tidak pasti, salah satunya adalah kondisi lalu lintas yang tidak menentu yang mengakibatkan waktu tempuh tidak dapat ditentukan dengan pasti. Dalam banyak kasus, model deterministik kurang efektif dalam menangani variabilitas permintaan, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih fleksibel, seperti teori *fuzzy*. Zadeh (1975) menyatakan bahwa ketidakpastian dalam data dapat direpresentasikan dengan lebih baik menggunakan logika *fuzzy* dibandingkan metode deterministik. Oleh karena itu, penerapan model *fuzzy* dalam IRP memungkinkan sistem yang lebih adaptif terhadap variasi permintaan di lapangan.

Sejauh ini, FIRP atau IRP banyak diselesaikan dengan algoritma metaheuristik seperti metode PSO *multi-warm* yang terpisah, algoritma *hybrid bat* dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan emisi (Liang dkk., 2018), algoritma *a-branch-price-and-cut* (Desaulniers dkk., 2016), dan metode *two-phase* (Chitsaz dkk., 2016). Penelitian lainnya seperti yang dilakukan oleh Mardiah dkk. (2023), Tavakkoli-Moghaddam, R., & Raziell, Z. (2016), serta Daroudi dkk. (2021) mengintegrasikan logika *fuzzy* dalam berbagai aspek IRP, mulai dari permintaan hingga biaya transportasi.

Setelah berbagai pendekatan metaheuristik banyak digunakan untuk menyelesaikan FIRP maupun IRP, beberapa penelitian juga mulai memanfaatkan algoritma evolusioner lainnya, salah satunya adalah algoritma genetika (AG). Algoritma ini termasuk ke dalam algoritma metaheuristik yang banyak digunakan dalam penyelesaian masalah optimasi karena sifatnya yang fleksibel dan mudah diterapkan pada berbagai macam permasalahan logistik, termasuk IRP yang kompleks dan dinamis.

Penelitian yang menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan IRP antara lain dilakukan oleh Rizkiani dkk. (2021) pada *maritim inventory routing problem* (MIRP), Wahyudi dkk. (2020) pada *dynamic inventory routing problem* (DIRP), serta Agrawal dkk. (2022) yang membandingkan kinerja algoritma genetika dengan metode eksak seperti LINGO pada IRP.

Sayangnya, algoritma genetika memiliki keterbatasan pada penggunaan parameter seperti *crossover rate* dan *mutation rate* yang bersifat tetap selama proses evolusi. Kondisi ini membuat algoritma sulit beradaptasi dengan dinamika pencarian solusi, dan dalam beberapa kasus dapat menyebabkan konvergensi terlalu cepat pada solusi yang belum tentu optimal. Oleh karena itu, berkembanglah pendekatan baru yang disebut Algoritma genetika adaptif (AGA). AGA memungkinkan parameter dalam algoritma berubah secara otomatis di setiap generasi, sehingga pencarian solusi menjadi lebih fleksibel dan adaptif. Penggunaan AGA pada IRP telah diteliti antara lain oleh Cho dkk. (2013) yang menerapkannya pada *time dependent inventory routing problem* (TDIRP), serta Mahjoob dkk. (2022) yang mengembangkan versi adaptif untuk kasus IRP multi-produk dan multi-periode. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa AGA memberikan solusi yang lebih stabil, cepat, dan mendekati optimal dibandingkan dengan algoritma genetika biasa.

Berdasarkan kajian dan hasil dari penelitian sebelumnya, AGA menjadi salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pendistribusian produk. Dengan menggunakan AGA, pencarian solusi dilakukan melalui proses evolusi populasi, di mana parameter penting dapat berubah secara otomatis sesuai dengan performa solusi pada setiap generasi. Setiap solusi dalam populasi dievaluasi berdasarkan tujuan tertentu, seperti ketidakpastian dalam permintaan. Studi mengenai FIRP dengan AGA terus berkembang, termasuk dalam konteks distribusi produk dengan permintaan yang tidak pasti, menawarkan potensi pengembangan dalam penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengimplementasikan AGA dalam optimasi pendistribusian produk menggunakan model FIRP dengan mempertimbangkan efisiensi rute berdasarkan jarak antar lokasi. model FIRP dengan mempertimbangkan efisiensi rute berdasarkan jarak

antar lokasi. Permintaan produk dalam penelitian ini digambarkan dalam kondisi ketidakpastian dan direpresentasikan dalam bentuk bilangan *fuzzy* segitiga. Metode ini digunakan karena lebih sederhana dan efisien dibandingkan bentuk *fuzzy* lainnya. Bilangan *fuzzy* segitiga memiliki tiga nilai utama, yaitu nilai minimum, nilai yang paling mungkin, dan nilai maksimum, yang mampu menggambarkan variasi permintaan pelanggan dengan lebih fleksibel. Metode ini juga banyak digunakan dalam literatur *routing*, seperti Zacharia dkk. (2021) dan García dkk. (2022). Penelitian ini juga mengembangkan struktur kromosom dalam pembentukan kromosom dan perhitungan evaluasi (*fitness*) yang mempertimbangkan hasil *defuzzifikasi* dari permintaan *fuzzy*, sehingga solusi yang dihasilkan dapat lebih menyesuaikan diri terhadap variasi permintaan.

Berbeda dengan sebagian besar penelitian sebelumnya (Park dkk., 2016 dan Cho dkk., 2012) yang mengasumsikan pengiriman produk dilakukan dalam satu trip per periode tanpa pembagian lebih lanjut, penelitian ini membagi proses pengiriman dalam satu periode ke dalam beberapa trip untuk menyesuaikan dengan keterbatasan kapasitas kendaraan. Dengan cara ini, seluruh pelanggan yang memiliki permintaan pada periode tersebut tetap dapat dilayani sesuai kapasitas kendaraan. Dalam model ini, pemasok hanya bertanggung jawab atas pengiriman produk ke pelanggan berdasarkan informasi kebutuhan produk yang diperoleh dari data permintaan pelanggan. Nilai kebutuhan ini kemudian dimodelkan sebagai permintaan *fuzzy* untuk merepresentasikan ketidakpastian permintaan pada tiap periode. Dengan demikian, pemasok tidak menentukan sendiri jumlah permintaan, melainkan menyesuaikan pengiriman dengan informasi kebutuhan yang ada. Sedangkan pergerakan barang dari pelanggan ke konsumen tidak dimodelkan secara eksplisit dalam penelitian ini. Persediaan dalam penelitian ini dipertimbangkan sebagai bagian dari kendala untuk memastikan keseimbangan antara jumlah pengiriman dan kapasitas pelanggan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meminimalkan total biaya operasional, yang mencakup biaya transportasi, biaya penyimpanan di pelanggan, dan biaya kehilangan penjualan (*lost sales*), serta mengoptimalkan rute distribusi agar proses pengiriman menjadi lebih efisien. Penelitian ini juga akan

mengimplementasikan model FIRP menggunakan AGA pada penyelesaian masalah distribusi gas LPG di suatu agen dengan permintaan yang tidak pasti. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terkait metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan pendistribusian produk dengan pendekatan model FIRP.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana menerapkan AGA untuk menyelesaikan FIRP?
2. Bagaimana mengimplementasikan model optimasi FIRP dan AGA untuk menyelesaikan masalah pendistribusian pada suatu agen gas LPG?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk sebagai berikut.

1. Menerapkan AGA untuk menyelesaikan FIRP.
2. Mengimplementasikan model FIRP dan AGA untuk menyelesaikan masalah pendistribusian pada suatu agen gas LPG.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti, penelitian ini menambah pengetahuan dan wawasan mengenai model optimasi FIRP dan penerapan AGA dalam pendistribusian produk.
2. Bagi pembaca, penelitian ini memberikan pemahaman mengenai permasalahan pendistribusian produk yang efisien dan penerapan AGA dalam FIRP.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien dalam pendistribusian produk.