

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat di Indonesia yang semakin hari semakin beragam menjadikan peluang besar bagi para pengusaha jasa pengiriman barang di bidang logistik. Adanya jasa pengiriman barang di Indonesia dapat menjadi salah satu langkah dalam kelancaran jalannya perekonomian masyarakat. Namun, sistem logistik di Indonesia masih memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah kondisi akses distribusi yang kurang memadai, tingginya biaya logistik, dan rendahnya kualitas layanan logistik (Fajar, Fikri, Arkan, & Sahara, 2023)

Kualitas layanan logistik seperti penanganan barang dalam proses logistik harus dilakukan dengan tepat. Penanganan barang dalam proses logistik harus dilakukan dengan tepat. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi proses logistik diantaranya berat barang, ukuran barang, karakteristik ketahanan barang (seperti barang pecah belah atau mudah membusuk), tingkat keamanan barang, dan biaya penanganan. Hal ini perlu diperhatikan agar tidak terjadi keterlambatan, kerusakan fisik, maupun ketidaksesuaian jumlah barang dalam proses pengiriman. Jika barang tidak dilindungi prosedur keamanan yang baik dapat menimbulkan risiko kehilangan, kerusakan, maupun gangguan dalam proses distribusi (Al Rafi & Tohir, 2025). Oleh karena itu, diperlukan adanya upaya nyata untuk dapat mengoptimalkan barang, khususnya dalam menentukan kombinasi barang yang akan diangkut. Hal ini bertujuan agar keuntungan atau volume distribusi tetap maksimal namun tidak melebihi kapasitas armada angkut.

Tantangan optimasi dalam memilih dan memasukkan barang ke dalam ruang simpan dengan kapasitas tertentu dikenal sebagai permasalahan *knapsack*. Menurut Zhang (2011), permasalahan ini telah

berkembang dan dijadikan studi kasus sejak tahun 1897 dalam artikel yang ditulis oleh George Ballard Mathews. Seiring perkembangan teknologi, pada tahun 2000-an penelitian *knapsack* mulai berkembang pesat dengan penerapan berbagai algoritma komputasi. Contohnya algoritma *greedy*, *brute force*, *genetic algorithm*, dan pemrograman dinamis. Di antara metode tersebut, pemrograman dinamis menjadi salah satu pendekatan paling diunggulkan hingga saat ini. Hal ini dikarenakan kemampuan pemrograman dinamis yang dapat menjamin solusi yang benar – benar optimal (bukan sekedar perkiraan) melalui pemecahan sub-masalah yang saling tumpang tindih.

Optimasi penataan barang ini berkaitan erat dengan permasalahan *integer knapsack*. *Integer knapsack* merupakan model memaksimalkan total nilai barang dalam ruang angkut dengan kapasitas terbatas. Keputusan pengambilan barang pada model ini bersifat biner (Rois, Maslihah, & Cahyono, 2019). Artinya, barang angkut sepenuhnya atau ditinggalkan sama sekali tanpa opsi pemotongan fisik. Beberapa algoritma komputasi matematika dapat menyelesaikan masalah ini. contohnya adalah algoritma *brute force*, *greedy*, dan algoritma *genetika*. Namun, metode - metode tersebut memiliki kelemahan dalam akurasi atau waktu komputasi. Oleh karena itu, pendekatan pemrograman dinamis menjadi metode yang paling diunggulkan (Gao, 2023). Pendekatan yang diusulkan pertama kali oleh Bellman pada tahun 1950-an ini bekerja dengan cara memecah masalah utama yang lebih kompleks menjadi sub-masalah yang lebih kecil. Hasil perhitungan tersebut kemudian disimpan agar tidak perlu dihitung ulang. Cara ini menjamin solusi yang benar – benar optimal dan tetap efisien untuk data besar.

Salah satu metode paling efektif untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* dalam optimasi logistik adalah algoritma pemrograman dinamis. Selanjutnya hasil penyelesaiannya disimpan agar tidak perlu dihitung ulang untuk menyelesaikan masalah optimasi. Pemrograman dinamis merupakan metode penyelesaian yang dilakukan dengan memecah

masalah menjadi submasalah (Gao, 2023) (Rois, Maslihah, & Cahyono, 2019). Melalui pendekatan ini, kompleksitas waktu perhitungan dapat ditekan secara signifikan sehingga pencarian kombinasi barang yang memberikan keuntungan optimal tetap efisien meskipun melibatkan volume data yang besar.

Penerapan pemrograman pemrograman dinamis dalam dunia logistik menjadi sangat krusial mengingat efisiensi distribusi di Indonesia masih menghadapi tantangan besar. Saat ini, biaya logistik nasional masih sangat tinggi hingga menyerap 24% hingga 30% dari harga jual barang akibat kurangnya integrasi sistem dan optimalisasi ruang angkut (Haris, Saidin, Sirait, & Kaban, 2021). Beberapa penelitian telah mencoba menyelesaikan masalah efisiensi ini. Sebagai contoh, Ilham et. al (2024) melakukan optimasi pemanfaatan ruang kontainer dengan membatasi faktor volume dan keuntungan barang. Di sisi lain, Dhiaegana (2018) juga menerapkan pemrograman dinamis untuk menentukan prioritas pengiriman barang berdasarkan nilai tertinggi. Namun, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan karena proses perhitungannya dilakukan secara manual, yang tentu tidak efektif jika diterapkan pada fluktuasi data logistik nyata yang masif dan cepat. Ada pula Anwar et. al (2025) yang menerapkan pemrograman dinamis untuk memaksimalkan *profit* dengan berat sebagai kendala. Namun penelitian ini belum mengevaluasi dampak dari pembobotan berat dan *value* terhadap keputusan algoritma, serta belum membandingkan tingkat dominasi di antara keduanya. Selain itu, analisis mengenai hubungan antara keuntungan optimal dan efisiensi pemanfaatan kapasitas juga belum dilakukan.

Guna mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan sistem logistik melalui pengembangan solusi digital berbasis algoritma pemrograman dinamis secara otomatis. Berbeda dengan penelitian – penelitian sebelumnya, kebaruan dalam penelitian ini terletak pada penerapan metode pembobotan prioritas (*priority weighting*) yang mengintegrasikan dua faktor krusial sekaligus. Kedua faktor tersebut

adalah berat fisik barang setelah pengemasan dan nilai keuntungan ekonomisnya(biaya penanganan). Melalui integrasi algoritma dan sistem pembobotan ini, instansi logistik dapat mengambil keputusan yang presisi dan cepat dalam proses distribusi. Hasil akhirnya adalah sebuah sistem komputasi yang mampu menghasilkan kombinasi barang paling optimal, sekaligus memastikan pemanfaatan kapasitas ruang armada angkut terjadi secara maksimum tanpa melampaui batas kapasitas yang ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Faktor manakah diantara faktor berat dan nilai yang lebih dominan dalam menentukan pengambilan keputusan oleh pemrograman dinamis?
2. Apakah fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan dapat meminimalkan sisa ruang *knapsack*?
3. Kondisi seperti apa yang dapat menjamin fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan dapat meminimalkan sisa ruang *knapsack*?

1.3 Cakupan dan Batasan Penelitian

Agar pembahasan dalam penelitian ini tetap terarah dan tidak menyimpang dari tujuan utama, maka perlu ditetapkan ruang lingkup yang jelas. Berikut cakupan dan batasan yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

1. Penelitian menggunakan algoritma pemrograman dinamis pada permasalahan *knapsack*.
2. Faktor yang dijadikan acuan pertimbangan keputusan permasalahan *knapsack* adalah berat barang dan biaya penanganan.

3. Variabel yang digunakan antara lain variabel bebas seperti berat (kg), value/biaya penanganan (Rp), serta variabel terikat seperti kapasitas *knapsack* (kg), keuntungan barang (Rp).
4. Penggunaan *knapsack* sebagai wadah penyimpanan berupa mobil *box* berukuran $2,8 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} \times 1,3 \text{ m}$ dengan kapasitas maksimal 865 kg.
5. Pemilihan barang yang digunakan adalah barang berukuran sedang dengan volume sekitar $0,05^3 \text{ m}$ sampai $0,3^3 \text{ m}$ dengan berat barang kurang dari 75 kg dan dimensi barang kurang dari $70 \text{ cm} \times 75 \text{ cm} \times 160 \text{ cm}$.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui faktor dominan yang lebih baik dalam mengambil keputusan ketika telah dihitung dengan pembobotan prioritas menggunakan fungsi tujuan atau fungsi *objektif*.
2. Mengetahui keuntungan terbesar yang dapat dicapai dari penggunaan fungsi tujuan setelah dihitung dengan pembobotan prioritas.
3. Mengetahui kondisi ketika penggunaan fungsi tujuan yang dihitung dengan pembobotan prioritas dapat memberikan keuntungan optimal dan memanfaatkan kapasitas *knapsack* dengan efisien.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Manfaat teoritis

Dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pengetahuan di bidang matematika khususnya terkait permasalahan optimasi dan pemrograman dinamis.

2. Manfaat praktitsi

Dapat membantu dalam proses penataan dan penentuan kombinasi barang yang optimal berdasarkan kapasitas yang

tersedia. Sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan sehingga proses pemilihan atau penentuan barang menjadi lebih efisien, sistematis, dan terstruktur.

3. Manfaat untuk penulis

Dapat menambah wawasan dan pemahaman peneliti mengenai penerapan algoritma pemrograman dinamis dalam menyelesaikan permasalahan optimasi, khususnya pada permasalahan *knapsack*. Selain itu juga dapat memberikan pengalaman dalam merancang dan mengembangkan sistem berbasis algoritma pemrograman dinamis.

