

BAB I PENDAHULUAN

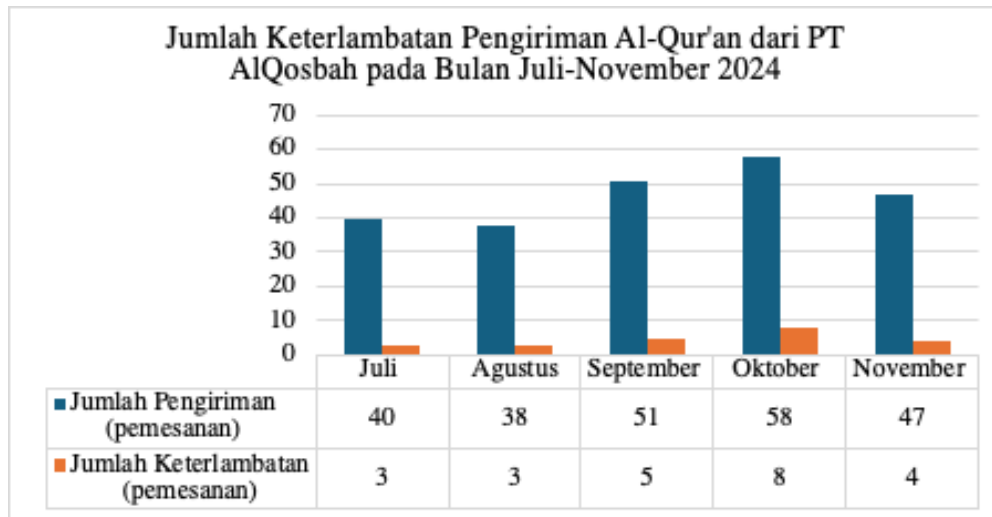
I.1 Latar Belakang

Distribusi merupakan bagian penting dari logistik yang mencakup semua langkah dari perencanaan hingga pengiriman barang dari gudang ke konsumen akhir (Pattisinai et al., 2019). Kualitas transportasi sangat bergantung pada keberhasilan distribusi, di mana kecepatan dan ketepatan pengiriman menjadi faktor utama yang menentukan kualitas distribusi (Auliasari et al., 2018). Keterlambatan dalam pengiriman dapat menyebabkan ketidakpuasan pelanggan dan meningkatkan biaya operasional. Keterlambatan ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam perusahaan, seperti rute pengiriman yang tidak efisien, maupun yang berasal dari luar, seperti cuaca buruk atau permintaan khusus dari pelanggan (Saputra, 2019). Oleh karena itu, untuk mengurangi biaya operasional dan meningkatkan kepuasan pelanggan, penting untuk merencanakan rute pengiriman dengan strategi yang tepat (Salsabila Islami Yusnindi & Handayani, 2022). Jika transportasi tidak berjalan lancar, keterlambatan dapat terjadi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan (Rahmasari & Pardian, 2020).

PT AlQosbah merupakan perusahaan yang berfokus pada produksi dan distribusi Al-Qur'an, berlokasi di Kota Bandung, Jawa Barat. Sejak didirikan pada tahun 2020, perusahaan ini telah berhasil memproduksi lebih dari 100 judul Al-Qur'an. Keberadaan PT AlQosbah tidak hanya sebagai produsen, tetapi juga sebagai distributor yang aktif menjangkau pelanggan di seluruh Indonesia. Melalui kerja sama dengan berbagai pelanggan dan penjualan *Online*, perusahaan ini memberikan kemudahan bagi pelanggan untuk membeli produk baik dalam jumlah besar maupun satuan. Selain itu, PT AlQosbah juga menawarkan opsi kustomisasi produk sesuai dengan keinginan pelanggan.

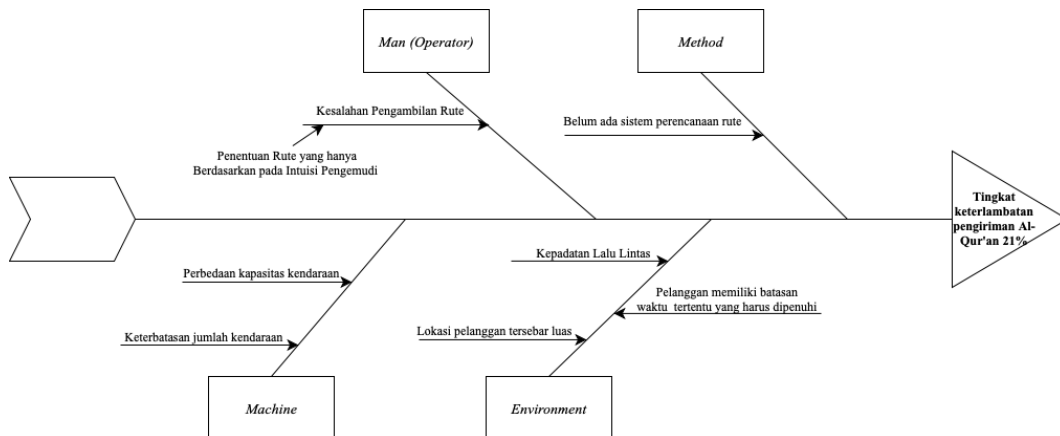
Proses pengiriman Al-Qur'an menjadi salah satu aspek penting dalam operasional PT AlQosbah. Untuk pelanggan yang berada di luar Pulau Jawa, pengiriman dilakukan melalui layanan ekspedisi. Sementara itu, untuk pelanggan yang berada di sekitar Jawa Barat, pengiriman dilakukan secara langsung oleh tim perusahaan menggunakan armada kendaraan milik PT AlQosbah. Saat ini, perusahaan memiliki 1 mobil Grandmax yang masing-masing dapat mengangkut hingga 50 kardus per perjalanan dan 1 mobil *double engkle* dengan kapeikas 200 kardus per perjalanan.

Operasional pengiriman Al-Qur'an PT AlQosbah masih menghadapi tantangan terkait keterlambatan pengiriman barang. Keterlambatan ini berdampak negatif kepuasan pelanggan. Data mengenai keterlambatan pengiriman yang dialami oleh PT AQlosbah selama periode Juli hingga November di wilayah Jawa Barat dan Jawa Tengah sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar I. 1 Total Keterlambatan Pengiriman

Grafik di atas menunjukkan perbandingan antara jumlah permintaan pesanan dan keterlambatan pengiriman barang kepada pelanggan. Bulan Oktober memiliki jumlah pengiriman terbanyak diantar bulan yang lain, pengiriman bulan oktober memiliki rata-rata keterlambatan bulan Oktober yaitu 21% hal ini mencerminkan tantangan yang dihadapi oleh perusahaan dalam proses pengiriman. Proses pengiriman di PT AlQosbah menunjukkan fluktuasi setiap bulannya, yang dipengaruhi oleh dinamika tren pasar. Peningkatan permintaan sering kali berdampak pada peningkatan volume pengiriman untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Namun, peningkatan volume pengiriman ini juga dapat menimbulkan kendala yang berpotensi menyebabkan keterlambatan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengiriman yang lebih efektif agar pengiriman dapat berjalan lebih optimal dan tepat waktu, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan serta memperkuat hubungan dengan mitra bisnis. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan pengiriman, informasi yang diperoleh dari pihak logistik PT AlQosbah akan dianalisis menggunakan diagram *fishbone* sebagai berikut.



Gambar I. 2 *Fishbone Chart*

Diagram *fishbone* pada Gambar 1.2 menggambarkan permasalahan keterlambatan pengiriman di PT Al-Qosbah disebabkan oleh berbagai faktor. Dari aspek lingkungan (*environment*), kepadatan lalu lintas di beberapa area yang dilalui serta sebaran lokasi pelanggan yang luas, baik yang berada dekat maupun jauh dari gudang menyebabkan waktu tempuh pengiriman menjadi lebih panjang. Kondisi ini menghambat perencanaan pengiriman, terutama ketika jarak antar pelanggan bervariasi, sehingga diperlukan strategi rute yang adaptif dan optimal agar proses pengiriman dapat dilakukan secara efisien dan tepat waktu. Selain itu, keberadaan pelanggan dengan batasan waktu penerimaan barang (*time windows*) juga memerlukan perhatian khusus agar pengiriman tiba sesuai jadwal yang telah ditentukan. Dari sisi kendaraan (*machine*), perusahaan hanya memiliki dua kendaraan dengan kapasitas yang berbeda (*heterogeneous fleet*). Keterbatasan jumlah armada ini mengurangi fleksibilitas dalam pengaturan pengiriman, karena perusahaan harus melakukan pengiriman secara bergantian ke berbagai tujuan. Perbedaan kapasitas kendaraan juga sering menyebabkan ketidaktepatan dalam pemilihan armada untuk rute tertentu, sehingga pemanfaatan kendaraan menjadi kurang optimal dan berpotensi menimbulkan keterlambatan. Selain itu, pada aspek metode (*method*), perusahaan belum memiliki sistem perencanaan rute yang terstruktur. Saat ini, tidak ada panduan rute yang sistematis dalam menentukan jalur paling efisien yang mempertimbangkan faktor jarak tempuh, kapasitas kendaraan, serta batasan waktu penerimaan barang. Ketidakadaan sistem perencanaan ini menyebabkan proses pengiriman menjadi tidak konsisten dan sulit dikendalikan. Dari sisi operator (*man*), pengambilan keputusan terkait rute pengiriman masih

mengandalkan intuisi pengemudi. Pemilihan rute sering kali didasarkan pada jalur yang tampak lebih singkat atau familiar bagi pengemudi, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor penting seperti kondisi lalu lintas, urutan kunjungan pelanggan, batasan waktu penerimaan (*time windows*), serta efisiensi jarak tempuh. Akibatnya, pemilihan rute yang kurang optimal ini dapat menyebabkan keterlambatan pengiriman dan peningkatan biaya operasional, khususnya pada konsumsi bahan bakar. Permasalahan-permasalahan tersebut menunjukkan bahwa perusahaan membutuhkan solusi yang mampu mengoptimalkan perencanaan rute pengiriman dengan memperhitungkan berbagai batasan. Dengan penerapan metode yang tepat, diharapkan pengiriman dapat dilakukan secara lebih efisien, tepat waktu, serta meminimalkan risiko keterlambatan

Untuk mengatasi permasalahan keterlambatan pengiriman di PT AlQosbah, beberapa langkah perlu dipertimbangkan. Berdasarkan analisis yang dilakukan, terdapat alternatif solusi yang dapat diusulkan kepada PT AlQosbah sebagai berikut.

Tabel I. 1 Alternatif Solusi

Faktor	Akar Masalah	Solusi
<i>Environment</i>	Kepadatan lalu lintas	<i>Direct Shipment</i> membantu mengatasi risiko keterlambatan akibat rute multi-drop pada kondisi lalu lintas padat
	Lokasi pelanggan tersebar luas	Metode <i>Saving Matrix</i> dan MILP membantu merancang rute efisien dengan memperhatikan jarak antar pelanggan.
	Pelanggan memiliki batasan waktu tertentu yang harus dipenuhi.	MILP digunakan karena mampu memodelkan batasan <i>time windows</i> secara matematis sehingga memastikan setiap pengiriman memenuhi periode waktu yang ditetapkan.
<i>Machine</i>	Perbedaan kapasitas kendaraan	Metode <i>Saving Matrix</i> membantu menentukan kombinasi rute yang efisien

	(<i>heterogeneous fleet</i>)	dengan memperhatikan kapasitas kendaraan, sementara MILP mengoptimalkan penugasan kendaraan untuk mengurangi risiko keterlambatan.
	Keterbatasan jumlah kendaraan	Metode <i>Saving Matrix</i> membantu menentukan kombinasi rute yang efisien dengan memperhatikan kapasitas kendaraan, sementara MILP mengoptimalkan penugasan kendaraan untuk mengurangi risiko keterlambatan.
<i>Method</i>	Belum ada sistem perencanaan rute	Solusi <i>Saving Matrix</i> memberikan dasar perencanaan rute yang lebih sistematis, sedangkan MILP menghasilkan solusi rute yang optimal dengan memperhitungkan seluruh batasan.
<i>Man</i>	Rute ditentukan berdasarkan intuisi pengemudi tanpa analisis sistematis	Solusi <i>Saving Matrix</i> memberikan dasar perencanaan rute yang lebih sistematis, sedangkan MILP menghasilkan solusi rute yang optimal dengan memperhitungkan seluruh batasan operasional.

Pendekatan *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Time Windows* (HVRPTW) menggunakan metode *Saving Matrix* dan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dipilih untuk mengoptimalkan rute pengiriman di PT Al-Qosbah. Metode *Saving Matrix* memanfaatkan prinsip penghematan jarak yang terjadi ketika dua titik tujuan yang memungkinkan digabungkan ke dalam satu kendaraan. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meminimalkan total jarak tempuh, mengurangi jumlah perjalanan bolak-balik ke gudang, serta meningkatkan efisiensi biaya transportasi (Hermanto, 2021). Dengan jarak tempuh yang lebih pendek, risiko akumulasi keterlambatan pada rute pengiriman juga dapat ditekan secara

signifikan. Selain itu, *Saving Matrix* mempertimbangkan perbedaan kapasitas kendaraan (*heterogeneous fleet*), sehingga setiap rute dapat dialokasikan sesuai kemampuan armada yang tersedia. Sementara itu, metode MILP dirancang untuk menghasilkan solusi rute pengiriman yang lebih optimal dengan memperhitungkan berbagai batasan. Model matematis ini meminimasi total biaya transportasi sambil mempertimbangkan kapasitas kendaraan, alokasi armada, batas waktu pelayanan pelanggan (*time windows*), kecepatan kendaraan, hingga waktu perjalanan (Tanjung, 2021). Dengan mempertimbangkan batasan tersebut, MILP dapat memastikan pengiriman dilakukan tepat waktu, memanfaatkan armada secara efektif, serta mengurangi potensi pemborosan biaya operasional. Pendekatan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) ini relevan dalam konteks pengiriman dari gudang ke sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografis dengan batasan bahwa setiap pengiriman harus tiba dalam periode waktu tertentu. Penerapan pendekatan ini dapat membantu mengurangi risiko keterlambatan, menjamin ketepatan waktu pengiriman, dan meningkatkan efisiensi operasional distribusi (Hanafiah, 2024). Secara umum, kedua metode ini memiliki tujuan yang sama, yaitu merancang rute pengiriman yang lebih efisien, menurunkan biaya transportasi, dan mengurangi tingkat keterlambatan. Berbeda dengan *Saving Matrix* yang fokus pada efisiensi jarak tempuh secara heuristik, MILP menghasilkan solusi yang lebih optimal karena mempertimbangkan batasan-batasan operasional secara komprehensif. Selain kedua metode tersebut, *Direct Shipment* juga dipertimbangkan sebagai strategi alternatif dalam perencanaan pengiriman. Metode ini menggunakan pola pengiriman *point-to-point*, di mana setiap kendaraan langsung mengantarkan pesanan dari gudang ke satu pelanggan, kemudian kembali ke gudang sebelum melayani pelanggan berikutnya (Margaretha, 2015). Karena pengiriman dilakukan tanpa melalui proses *routing multi-drop*, *Direct Shipment* diharapkan mampu meminimalkan keterlambatan dengan menghilangkan waktu tunggu yang biasanya terjadi akibat urutan kunjungan pada rute konvensional. Meskipun memiliki konsekuensi berupa peningkatan biaya operasional akibat tingginya frekuensi perjalanan pulang-pergi, strategi ini efektif untuk pelanggan dengan batasan waktu penerimaan yang sangat ketat. Oleh karena itu, perbandingan antara metode *Saving Matrix*, MILP, dan *Direct Shipment* menjadi penting untuk

mengevaluasi alternatif strategi pengiriman yang paling efisien dan tepat waktu bagi perusahaan.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, permasalahan yang dapat diangkat pada tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan perutean pengiriman untuk meminimasi terjadinya keterlambatan?
2. Bagaimana hasil rancangan perutean pengiriman dengan mempertimbangkan *time windows* dan jenis kendaraan dapat meminimasi jarak tempuh serta meningkatkan efisiensi penggunaan armada?
3. Bagaimana pengaruh perancangan rute pengiriman yang diusulkan terhadap efisiensi biaya transportasi?
4. Bagaimana merancang sistem informasi sederhana berbasis Microsoft Excel untuk memudahkan perusahaan dalam melakukan perencanaan rute pengiriman secara mandiri dan praktis?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan di atas, maka tujuan tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Merancang rute pengiriman yang optimal guna meminimasi keterlambatan dalam proses pengiriman .
2. Menganalisis efektivitas perancangan rute pengiriman dalam meminimasi jarak tempuh kendaraan, dengan mempertimbangkan *time windows* serta kesesuaian penggunaan jenis kendaraan yang tersedia.
3. Mengevaluasi pengaruh rancangan rute pengiriman yang diusulkan terhadap efisiensi biaya transportasi.
4. Merancang sistem perencanaan rute pengiriman berbasis Microsoft Excel yang mudah digunakan dan memungkinkan perusahaan melakukan perencanaan secara mandiri.

I.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat tugas akhir yang diperoleh dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut.

1. Manfaat bagi perusahaan sebagai berikut :

- Mengurangi Tingkat Keterlambatan Pengiriman

Memberikan manfaat dalam meminimasi keterlambatan pengiriman melalui penerapan metode *Direct Shipment* yang memungkinkan pengiriman *point-to-point* langsung ke pelanggan, sehingga waktu tempuh lebih cepat dan risiko keterlambatan dapat ditekan. Selain itu, metode *Saving Matrix* dan MILP menghasilkan rute yang lebih efisien dan optimal dengan mempertimbangkan batasan operasional, sehingga turut meminimasi keterlambatan.

- Pemanfaatan Armada yang Lebih Efektif

Direct Shipment memungkinkan perusahaan mengalokasikan kendaraan secara langsung untuk satu pelanggan. Sedangkan *Saving Matrix* dan MILP memperhitungkan kapasitas kendaraan (*heterogeneous fleet*) dan jumlah armada yang tersedia, sehingga setiap kendaraan dialokasikan secara optimal sesuai beban kerja dan rute yang dilalui.

- Efisiensi Biaya Transportasi

Metode *Saving Matrix* dan MILP dapat menekan konsumsi bahan bakar melalui jarak tempuh yang lebih pendek, serta meningkatkan efisiensi total biaya transportasi.

- Perencanaan pengiriman yang Lebih Sistematis

Metode *saving Matrix* dan MILP memberikan perencanaan rute yang lebih terstruktur, didukung oleh sistem berbasis Excel sederhana yang memudahkan penentuan rute secara efisien dan sesuai kebutuhan operasional.

- Meningkatkan Tingkat Kepuasan Pelanggan

Dengan pengiriman melalui *direct shipment* serta rute yang lebih efisien melalui *saving matrix* dan MILP, perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan secara lebih tepat waktu. Hal ini berdampak positif pada reputasi dan kepuasan pelanggan.

2. Manfaat bagi akademik, dapat dijadikan untuk referensi tugas akhir lain dan dapat dilakukan pengembangan untuk lebih lanjutnya.

I.5 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Batasan masalah adalah ruang lingkup yang membatasi suatu permasalahan yang dipecahkan. Adapun batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan untuk penelitian adalah data periode Oktober tahun 2024, baik data historis pengiriman, permintaan, dan kapasitas kendaraan.
2. Penelitian dilakukan pada area gudang PT AlQosbah yang terletak di Bandung dan mencakup pengiriman ke pelanggan yang ada di sekitar wilayah Jawa Barat dan Jawa Tengah
3. Penelitian ini dibatasi sampai pada tahap pemberian usulan rute pengiriman, dengan fokus pada pengoptimalan rute dan pemilihan kendaraan, dan juga alternatif penentuan rute berupa sistem informasi berbasis excel.
4. Setiap pengiriman barang tidak boleh melebihi kapasitas maksimum kendaraan yang tersedia, baik berdasarkan jumlah barang yang diangkut.
5. Penelitian ini memperhitungkan jendela waktu (*time windows*).

Asumsi dalam penelitian ini diantara lain:

1. Diasumsikan bahwa pelanggan yang menjadi target pengiriman merupakan pelanggan aktif yang memiliki hubungan jangka panjang dengan PT AlQosbah dan menerima pengiriman secara rutin, meskipun dalam praktiknya dapat terjadi perubahan pelanggan dari waktu ke waktu.
2. Kondisi lalu lintas dan cuaca diasumsikan dalam keadaan normal sehingga tidak memengaruhi waktu tempuh maupun jadwal pengiriman.

I.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan penelitian ini terdapat sistematika yang telah dirancang. Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini terdapat uraian mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini terdapat uraian yang berisikan mengenai studi literatur yang diteliti. Bab ini menjelaskan mengenai metode yang sesuai dengan penelitian yang akan

dilakukan, serta dasar / alasan pemilihan suatu teori / model standar tertentu dari beberapa teori / model yang ada dan sudah dibahas.

Bab III Metodologi Perancangan

Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah penelitian secara rinci meliputi, tahap identifikasi dan pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data yang mengembangkan model penelitian yaitu model konseptual dan sistematika pemecahan masalah, mengumpulkan dan mengolah data, mengidentifikasi, merancang dan mengusulkan solusi dari permasalahan, dan yang terakhir adalah tahap analisis dan kesimpulan.

Bab IV Perancangan Sistem Terintegrasi

Pada bab ini berisikan spesifikasi rancangan yang ditentukan berdasarkan data faktual dan proses perancangan yang dilakukan sesuai dengan tahap yang telah dijabarkan pada sistematika perancangan.

Bab V Validasi dan Evaluasi hasil Rancangan

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis terhadap hasil pengolahan data yang sudah dilakukan pada bab IV. Analisis yang dilakukan adalah membandingkan hasil dari kondisi solusi perusahaan dengan hasil penelitian menggunakan metode.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian pencarian rute yang optimal. Pada bab ini, penulis akan memberikan saran bagi perusahaan untuk mengoptimalkan pemilihan kendaraan dan urutan rute transportasi serta saran bagi penelitian selanjutnya.