

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengukur dan menganalisis data numerik guna menjawab pertanyaan penelitian secara objektif. Menurut Sugiyono (2022), pendekatan kuantitatif cocok digunakan dalam penelitian yang melibatkan pengolahan data statistik atau matematis. Dalam konteks penelitian ini, Peneliti menggunakan analisis kuantitatif deskriptif dengan pendekatan optimasi matematis untuk mengidentifikasi solusi optimal dalam distribusi gas LPG oleh PT. Kujang Abadi Jaya. Data yang digunakan mencakup jarak antar lokasi, permintaan pelanggan, kapasitas kendaraan, dan biaya distribusi. Metode optimasi yang digunakan adalah Saving Matrix dan Nearest Neighbour, yang dirancang untuk meminimalkan total jarak tempuh, waktu tempuh, dan total biaya distribusi dengan fokus pada pengumpulan data primer dan sekunder.

3.2 Jenis Data

Dalam penelitian ini terdapat, jenis data yang diperoleh bersumber dari :

1. Data Primer

Menurut Creswell & Cresswell (2022) dalam bukunya *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches 6th edition*, data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari subjek penelitian. Metode pengumpulan data primer ini meliputi observasi yang dilakukan secara partisipatif. Data ini langsung berkaitan dengan objek penelitian dan sering kali memberikan informasi yang lebih mendalam dan relevan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya melalui orang lain atau lewat dokumen, secara umum (Creswell, 2014 dalam Ishtiaq, 2019). Data sekunder biasanya sudah tersedia dalam bentuk publikasi, database, laporan, atau sumber lainnya. Data sekunder dapat berasal dari sumber internal seperti laporan

keuangan, catatan penjualan, historis pengiriman, dokumen mitra, dan data operasional lainnya, adapun yang bersumber dari eksternal yang berasal dari luar perusahaan atau entitas penelitian.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di PT. Kujang Abadi Jaya yang bergerak di bidang distribusi dan penjualan gas, seperti gas elpiji (LPG) untuk kebutuhan rumah tangga, komersial, atau industri. Lalu perolehan data ini berlangsung selama 2 minggu, sesuai dengan pola distribusi yang diterapkan oleh perusahaan dalam menjalankan bisnisnya. Terdapat beberapa jenis yang digunakan dalam penelitian ini untuk menunjang proses pengolahan data, yaitu :

a) Observasi

Observasi membantu peneliti untuk memperoleh gambaran nyata tentang proses distribusi, sehingga solusi yang dihasilkan lebih praktis dan sesuai dengan kondisi lapangan. Observasi juga memungkinkan identifikasi masalah yang mungkin tidak disampaikan secara eksplisit dalam wawancara biasanya.

b) Studi Pustaka

Studi pustaka adalah metode pengumpulan data dengan cara mencari, menelaah, dan memahami literatur atau bahan bacaan yang relevan dengan masalah penelitian. Fungsi dari data ini sebagai referensi dalam mempermudah pemahaman mengenai teori dan metode yang digunakan dalam penelitian ini mengenai optimasi rute distribusi, implementasi metode *Saving Matrix*, *Nearest Neighbour*, serta manajemen logistik.

c) Dokumentasi

Dokumentasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menelaah dan menganalisis dokumen tertulis, arsip, atau sumber informasi yang relevan dengan fokus penelitian, dokumentasi digunakan untuk memperoleh data historis, administratif, atau faktual yang telah tersedia dalam bentuk catatan,

laporan, atau rekaman resmi (Kristanto, 2015). Dalam penelitian ini, teknik dokumentasi dimanfaatkan untuk mengumpulkan data sekunder seperti laporan *delivery order* harian, catatan administratif logistik perusahaan, data rute pengiriman, serta dokumen operasional yang terkait. Data yang diperoleh melalui dokumentasi digunakan untuk mendukung analisis kuantitatif dan validasi terhadap hasil yang diperoleh dari metode utama, serta memberikan gambaran kontekstual yang lebih komprehensif terhadap proses distribusi. Teknik ini dianggap relevan karena mampu menyediakan bukti konkret yang telah terdokumentasi, serta dapat diakses secara sistematis.

3.4 Populasi dan Sampel

Populasi dan sampel merupakan dua elemen penting yang menentukan ruang lingkup dan validitas hasil analisis. Populasi mengacu pada keseluruhan unit atau subjek yang menjadi fokus penelitian, sedangkan sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih untuk mewakili keseluruhan populasi dalam pengumpulan data.

A. Populasi

Dalam konteks penelitian ini, populasi mencakup semua lokasi pelanggan yang dilayani oleh PT. Kujang Abadi Jaya dalam aktivitas distribusi gas LPG. Populasi dalam penelitian ini terdapat 58 pelanggan yang secara resmi terdaftar sebagai mitra atau pangkalan yang dilayani oleh PT. Kujang Abadi Jaya, berikut disajikan secara jelas populasi kedalam Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Populasi 58 Pelanggan Milik PT. Kujang Abadi Jaya

No	Nama Pemilik Pangkalan	Status	Jenis Permintaan Gas	Periode
1	Yudha	Aktif	3 kg, 5,5 kg, dan 12 kg	1, 4, 6
2	Riki Maulana	Tidak	0	0

Tabel 3. 1 Populasi 58 Pelanggan Milik PT. Kujang Abadi Jaya

No	Nama Pemilik Pangkalan	Status	Jenis Permintaan Gas	Periode
3	Deden	Aktif	3 kg	Harian
4	Meri Marlina	Tidak	0	0
5	Cecep	Aktif	3 kg	Harian
6	Arman Mulyadi	Tidak	0	0
7	Lisnawati	Aktif	3 kg	2
8	Zihan Aulia	Aktif	3 kg	2
9	Zikri Aulia Safitri	Aktif	5,5 kg	4
10	Yudi Christiawan	Aktif	3 kg dan 5,5 kg	4
11	Arga Putra	Aktif	5,5 kg	4
12	Eha	Aktif	3 kg	2
13	Rahmat Saleh	Aktif	3 kg	2
14	H. Enda	Tidak	0	0
15	Wahyuningsih	Aktif	3 kg	Harian
16	Juheri	Aktif	3 kg	Harian
17	Hj. Nenih	Aktif	5,5 kg dan 12 kg	4
18	Ali Setiawan	Aktif	3 kg	2,5
19	Nia Nirmawati	Aktif	3 kg	Harian
20	Mahdum Ali	Aktif	3 kg	2,5
21	Ihar	Tidak	0	0
22	Santo Hartono	Aktif	12 kg	1, 6
23	Abdurahman	Aktif	3 kg	1, 3, 5
24	Aan/Wahyudin	Aktif	3 kg	Harian
25	Elis Lisnawati	Aktif	3 kg	Harian
26	Yahya	Tidak	0	0
27	Eeng Supendi	Aktif	3 kg	Harian
28	Restu Saputra	Aktif	3 kg	Harian
29	Aman	Aktif	3 kg	Harian
30	Saepuloh	Tidak	0	0
31	Yedis Agustian	Tidak	0	0
32	Yayat	Aktif	3 kg	Harian
33	M. Hamzah	Aktif	3 kg	Harian
34	Iyus Rusmiadi	Aktif	3 kg	2, 5
35	Yusup	Aktif	3 kg	1, 3, 5
36	Siti Atiyah	Aktif	5,5 kg	4
37	Rika Septiani	Aktif	5,5 kg	4
38	Ruswandi	Aktif	5,5 kg	4
39	Sutisna	Aktif	3 kg	Harian
40	Sulaeman	Aktif	3 kg	Harian
41	M.E. Zaenudin	Aktif	3 kg	Harian

Tabel 3. 1 Populasi 58 Pelanggan Milik PT. Kujang Abadi Jaya

No	Nama Pemilik Pangkalan	Status	Jenis Permintaan Gas	Periode
42	Amun	Aktif	3 kg	Harian
43	Iman Supriatman	Aktif	12 kg	1, 6
44	Adik	Aktif	5,5 kg	1, 6
45	Ara Ardiansyah	Aktif	3 kg	2, 5
46	Hj. Iis Solihat	Aktif	12 kg	1, 6
47	H. Usman	Aktif	3 kg	Harian
48	Hendriyan	Aktif	3 kg	Harian
49	Asep Saprudin	Tidak	0	0
50	Ruslan	Tidak	0	0
51	Kamaludin	Aktif	3 kg	Harian
52	Ade Permana	Tidak	0	0
53	Ujang Suryaman	Tidak	0	0
54	Suryanto	Aktif	3 kg	Harian
55	Suryana	Aktif	3 kg	Harian
56	Epi Mulyana	Tidak	0	0
57	Kundang	Aktif	3 kg	Harian
58	Ita	Tidak	0	0

Sumber : PT. Kujang Abadi Jaya, April 2025

Keterangan Periode :

Senin diawali dengan nomor 1, diakhiri Sabtu dengan nomor 6, maka Senin sampai Sabtu ditulis dengan format (1,2,...,6). Sementara pengiriman periode harian ditulis tetap. Keterangan status pangkalan tidak aktif ditulis nomor 0.

Adapun karakteristik populasi yang dapat diperhatikan oleh peneliti dalam mendukung penelitian, diantaranya:

- 1) Jenis gas LPG: 3 kg subsidi, 5,5 kg non-sub, dan 12 kg non-sub.
- 2) Kondisi keaktifan pangkalan: aktif dan tidak aktif
- 3) Frekuensi pengiriman: harian, mingguan.

B. Sampel

Sampel terdiri dari sekelompok lokasi pelanggan yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu untuk dianalisis menggunakan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour*. Dalam memudahkan penelitian ini, terdapat teknik penentuan sampel dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan

sampel berdasarkan kriteria spesifik yang relevan dengan tujuan penelitian.

Diantaranya:

- a) Jenis permintaan gas LPG: Pangkalan dengan permintaan jenis gas LPG 3 kg
- b) Frekuensi Pengiriman: Pelanggan yang memesan gas LPG secara rutin untuk memastikan keberlanjutan data.

Berdasarkan hasil analisis kriteria terkait jumlah kriteria spesifik pelanggan yang memenuhi dan relevan dengan tujuan penelitian, didapatkan sejumlah pelanggan sebanyak 23 pangkalan yang disajikan pada Tabel 3.2 dibawah ini :

Tabel 3. 2 Sampel 23 Pelanggan Milik PT. Kujang Abadi Jaya

No	Nama Pemilik Pangkalan	Status	Jenis Permintaan Gas	Periode
1	Deden	Aktif	3 kg	Harian
2	Cecep	Aktif	3 kg	Harian
3	Wahyuningsih	Aktif	3 kg	Harian
4	Juheri	Aktif	3 kg	Harian
5	Nia Nirmawati	Aktif	3 kg	Harian
6	Apit Abdurahman	Aktif	3 kg	1, 3, 5
7	Aan/Wahyudin	Aktif	3 kg	Harian
8	Elis Lisnawati	Aktif	3 kg	Harian
9	Eeng Supendi	Aktif	3 kg	Harian
10	Restu Saputra	Aktif	3 kg	Harian
11	Aman	Aktif	3 kg	Harian
12	M. Hamzah	Aktif	3 kg	Harian
13	Yusup	Aktif	3 kg	1, 3, 5
14	Sutisna	Aktif	3 kg	Harian
15	Sulaeman	Aktif	3 kg	Harian
16	M.E. Zaenudin	Aktif	3 kg	Harian
17	Amun	Aktif	3 kg	Harian
18	H. Usman	Aktif	3 kg	Harian
19	Hendriyan	Aktif	3 kg	Harian
20	Kamaludin	Aktif	3 kg	Harian
21	Suryanto	Aktif	3 kg	Harian
22	Suryana	Aktif	3 kg	Harian
23	Kundang	Aktif	3 kg	Harian

Sumber : Data diolah peneliti milik PT. Kujang Abadi Jaya.

3.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi gas LPG menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini mengidentifikasi dua kelompok komponen utama yang berperan dalam proses analisis dan evaluasi. Kelompok pertama terdiri dari faktor-faktor yang digunakan sebagai dasar perencanaan rute distribusi, seperti jarak antar lokasi, kapasitas kendaraan, dan permintaan pelanggan. Faktor-faktor ini berfungsi sebagai komponen input dalam proses optimasi. Pengumpulan data dalam penelitian ini difokuskan pada beberapa komponen utama yang memengaruhi perencanaan rute distribusi gas LPG. Setiap komponen dijelaskan berikut ini:

a. Jarak antar lokasi

Data jarak antar lokasi diperoleh melalui aplikasi pemetaan digital seperti Google Maps, yang digunakan untuk menghitung jarak tempuh antar titik distribusi secara akurat

b. Kapasitas kendaraan

Informasi mengenai kapasitas kendaraan diperoleh dari dokumen teknis milik PT. Kujang Abadi Jaya, yang mencantumkan kapasitas maksimal angkutan barang. Selain itu, dilakukan observasi langsung untuk memastikan kondisi fisik kendaraan dan memverifikasi kesesuaian data kapasitas yang tersedia

c. Permintaan pelanggan

Data permintaan pelanggan dihimpun dari dokumen historis transaksi distribusi. Catatan ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai volume permintaan di setiap titik distribusi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan rute

Sementara itu, kelompok kedua mencakup indikator hasil yang digunakan untuk menilai efektivitas solusi rute distribusi yang dihasilkan. Indikator tersebut meliputi total jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi. Dengan mengukur perubahan pada indikator-indikator ini, penelitian dapat mengevaluasi sejauh mana

metode yang digunakan berhasil meningkatkan efisiensi operasional distribusi LPG. Berikut adalah uraian indikator evaluasi sebagai hasil :

a. Total jarak tempuh

Total jarak tempuh digunakan sebagai indikator efisiensi rute yang dihasilkan. Semakin pendek jarak yang ditempuh, semakin optimal rute yang dirancang. Data ini diperoleh dari hasil simulasi rute menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour, serta diverifikasi melalui aplikasi pemetaan digital seperti Google Maps.

b. Waktu tempuh

Waktu pengiriman mencerminkan kecepatan dan ketepatan distribusi. Estimasi waktu tempuh antar titik distribusi diperoleh dari Google Maps, yang menggabungkan data lalu lintas real-time dan algoritma prediktif. Indikator ini penting untuk menilai ketepatan waktu layanan dan potensi peningkatan produktivitas armada

c. Biaya distribusi

Biaya distribusi dihitung berdasarkan komponen biaya bahan bakar, tenaga kerja, dan perawatan kendaraan. Perhitungan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan rumus operasional yang mempertimbangkan jarak tempuh, konsumsi bahan bakar, jumlah armada, serta biaya *maintenance* per kilometer, berikut adalah penjelasan dan deskripsi terkait ketiga komponen dalam biaya distribusi :

- 1) Biaya bahan bakar dalam distribusi dihitung berdasarkan konsumsi rata-rata kendaraan per kilometer dan harga bahan bakar yang berlaku pada periode tertentu. Untuk bulan April 2025, harga bahan bakar subsidi yang digunakan secara luas dalam transportasi logistik, seperti Bio Solar berada di angka Rp6.800 per liter (Sukmawati, 2025).
- 2) Biaya tenaga kerja mencakup seluruh pengeluaran yang terkait dengan personel yang terlibat dalam proses distribusi, terutama sopir dan tenaga pendukung seperti kernet, porter, atau operator bongkar

muat dengan komponen yang hanya meliputi gaji pokok yang dibayar konstan.

- 3) Biaya *maintenance* kendaraan mencakup seluruh aktivitas pemeliharaan yang bertujuan menjaga performa dan keandalan armada distribusi. Komponen ini meliputi servis berkala seperti penggantian oli, filter, kampas rem, dan pemeriksaan sistem kelistrikan. Selain itu, penggantian ban, perbaikan suspensi, kopling, dan transmisi juga termasuk dalam kategori ini. Biaya perawatan juga mencakup jasa mekanik, pembelian suku cadang, serta pelumas. Namun, biaya yang ditampilkan dalam penelitian ini akan dicantumkan secara rekapitulasi yang harus dikeluarkan per trip secara keseluruhan.

Dengan menganalisis perubahan pada ketiga indikator tersebut, penelitian ini dapat menilai secara objektif efektivitas metode optimasi yang diterapkan. Hasil evaluasi memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi penghematan biaya, peningkatan efisiensi waktu, dan perbaikan struktur rute distribusi secara keseluruhan.

3.6 Teknik Analisis Data

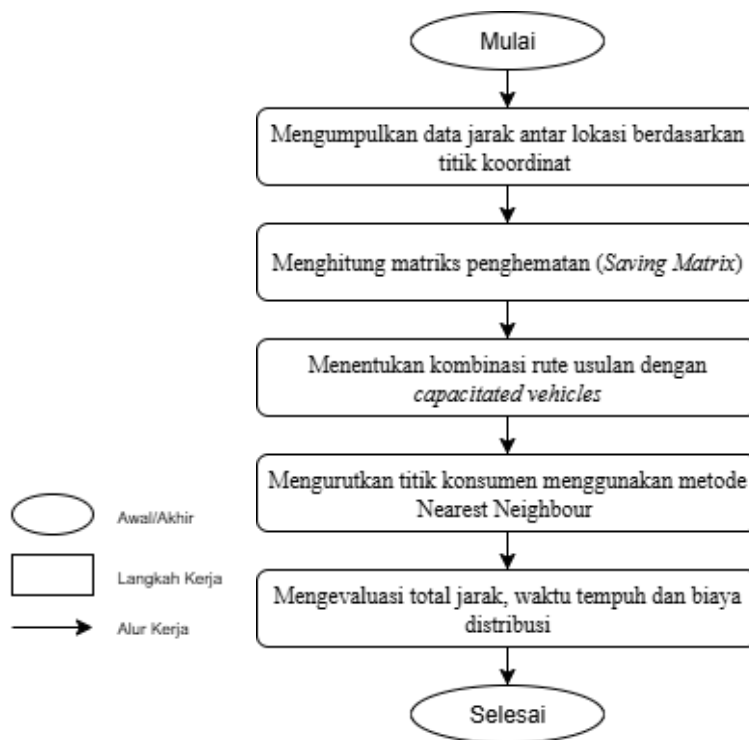
Teknik analisis data dalam penelitian ini dirancang untuk mengolah dan menganalisis informasi yang dikumpulkan guna menghasilkan solusi optimasi rute distribusi gas LPG menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour. Dalam penelitian ini digunakan analisis deskriptif antara rute distribusi gas LPG yang saat ini digunakan (*existing route*) dengan rute usulan hasil optimasi menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour. Analisis dilakukan dengan membandingkan efisiensi jarak tempuh, waktu distribusi, serta kesesuaian kapasitas kendaraan pada masing-masing alternatif rute. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi efektivitas metode heuristik dalam merancang rute distribusi yang lebih optimal dan operasional secara logistik dibandingkan rute aktual yang telah diterapkan oleh perusahaan.

3.6.1 Identifikasi Optimasi Rute

Berdasarkan panduan penelitian, berikut adalah penjelasan mengenai jenis analisis regresi linear sederhana, serta langkah-langkah pemaknaan hasil temuan. Setelah data diperoleh dan diselektif, peneliti dapat melakukan proses olah data dengan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data jarak antar lokasi berdasarkan titik koordinat untuk menyusun matriks jarak yang relevan.
2. Menghitung matriks penghematan (*Saving Matrix*) untuk mengurutkan *Ranking Priority* setiap pangkalan yang potensial digabungkan.
3. Menentukan jumlah permintaan pangkalan yang akan didistribusikan ke setiap lokasi untuk penentuan rute usulan berdasarkan kebutuhan dan kapasitas kendaraan untuk membuat rute usulan bagi setiap kendaraan.
4. Mengurutkan titik konsumen menggunakan metode *Nearest Neighbour* untuk meminimalkan jarak tempuh bagi setiap kendaraan.
5. Mengevaluasi total jarak, waktu tempuh dan biaya distribusi untuk memastikan efisiensi operasional.

Berikut ini *flowchart* dari pengolahan data terdapat pada Gambar 3.1 :



Gambar 3. 1 Flowchart Olah Data

1. Langkah pertama adalah dilakukan identifikasi jarak antar lokasi untuk menyusun matriks jarak. Dalam penelitian ini, terdapat 23 lokasi pelanggan yang tersebar di beberapa daerah. Untuk memastikan akurasi, jarak tempuh antara depot dan lokasi pelanggan dihitung berdasarkan titik koordinat menggunakan Google Maps. Data jarak ini kemudian disusun dalam bentuk matriks jarak, yang menjadi input utama dalam perhitungan optimasi rute menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour.
2. Langkah kedua adalah melakukan analisis *nilai savings* berdasarkan data matriks jarak. Metode Saving Matrix diterapkan untuk mencari nilai *savings* tertinggi dan mengurutkannya menjadi *Ranking Priority* untuk merancang rute distribusi yang lebih efisien (rute usulan).

Menghitung Nilai Matriks Penghematan :

Nilai matriks penghematan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (3.1)$$

Keterangan :

$S(x,y)$: Penghematan jarak yang diperoleh dengan menggabungkan rute menuju pelanggan x dan y menjadi satu rute. Pada penelitian ini, nilai x dan y merepresentasikan lokasi pelanggan tertentu, misalnya pangkalan 1 dan pangkalan 2, dari total 23 pangkalan yang diteliti.

$J(G,x)$: Jarak dari depot ke pelanggan x . Dalam konteks penelitian ini, $J(D,x)$ mengacu pada jarak antara depot dan pangkalan pertama (contohnya, pangkalan 1).

$J(G,y)$: Jarak dari depot ke pelanggan y . Dalam penelitian ini, $J(D,y)$ dimisalkan sebagai jarak dari depot ke pangkalan lainnya, seperti pangkalan 2 atau pangkalan lain dalam daftar distribusi.

$J(x,y)$: Jarak langsung antara pelanggan x dan y . Dalam penelitian ini, $J(x,y)$ adalah jarak antara pangkalan 1 dan pangkalan 2 atau antara dua pangkalan lainnya yang sedang dievaluasi.

Dengan menggunakan rumus ini, nilai penghematan jarak dihitung untuk setiap pasangan lokasi pelanggan. Hasil perhitungan ini kemudian digunakan untuk mengurutkan nilai jarak penghematan tertinggi dan mengurutkannya (*ranking priority*), sehingga dapat diidentifikasi rute distribusi yang cocok untuk dikombinasikan dengan memprioritaskan gabungan rute yang memberikan penghematan terbesar.

3. Langkah selanjutnya ini melibatkan pengalokasian jumlah tabung gas LPG yang akan diangkut untuk proses penentuan rute usulan atau *grouping* pelanggan berdasarkan kapasitas kendaraan yang digunakan dengan mengidentifikasi jumlah tabung gas LPG yang akan didistribusikan berdasarkan permintaan pelanggan. Armada truk jenis Canter FE 73 HD : Mitsubishi dipilih untuk memenuhi kebutuhan distribusi dengan *max capacity* 600 tabung gas LPG 3 kg untuk memastikan efisiensi operasional.
4. Rute distribusi diurutkan menggunakan metode *Nearest Neighbor*, yaitu pendekatan yang memilih lokasi terdekat sebagai tujuan berikutnya dalam rute distribusi. Proses ini dimulai dari depot atau pelanggan pertama, kemudian dilanjutkan ke lokasi pelanggan berikutnya yang memiliki jarak terpendek. Secara matematis, metode ini diimplementasikan dengan

menghitung selisih antara titik lokasi terjauh dan terdekat untuk menentukan prioritas rute, yang dimana rute usulan dari nilai *ranking priority* menjadi dasar utama untuk pengurutan pelanggan. Tujuannya adalah memastikan bahwa jarak tempuh terdekat dipilih sebagai jalur transportasi utama dalam penelitian ini.

5. Langkah terakhir adalah melakukan evaluasi terhadap total jarak tempuh, waktu jarak tempuh dan biaya distribusi untuk memastikan efisiensi rute yang telah dirancang. Data jarak tempuh dan biaya distribusi dianalisis untuk menilai apakah jalur yang dipilih layak digunakan dalam operasional perusahaan. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk menentukan apakah rute distribusi baru memberikan peningkatan signifikan dibandingkan dengan rute sebelumnya, baik dalam hal penghematan jarak maupun biaya operasional.

3.6.2 Indikator Efisiensi Rute

Untuk menilai efektivitas hasil optimasi rute distribusi gas LPG, penelitian ini menggunakan sejumlah indikator evaluasi yang mencerminkan efisiensi operasional. Indikator-indikator tersebut mencakup total jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi, yang masing-masing dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis data aktual dan simulasi rute.

a) Total jarak tempuh

Untuk menentukan hal tersebut, digunakan software seperti Microsoft excel untuk untuk mengolah data jarak antar lokasi dan menghitung total jarak tempuh berdasarkan rute distribusi yang dihasilkan oleh metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour*. Adapun penggunaan aplikasi pemetaan digital Google Maps digunakan untuk memvisualisasikan rute distribusi dan memverifikasi total jarak tempuh secara visual.

a) Biaya distribusi

Rumus berikut digunakan untuk menghitung biaya tur dan biaya total distribusi:

$$\text{Biaya Distribusi} = \text{Biaya BBM} + \text{Labour} + \text{Maintenance}$$

$$\text{Kebutuhan BBM} = \frac{\text{Jarak Tempuh}}{\text{Konsumsi BBM/Liter}} \times \text{harga BBM} \quad (3.1)$$

$$\text{Biaya Pekerja} = (\text{Driver} + \text{Porter}) \times \text{Jumlah Armada} \quad (3.2)$$

$$\text{Maintenance} = \text{Total Jarak Tempuh} \times \frac{\text{Biaya Maintenance}}{100 \text{ km}} \quad (3.3)$$

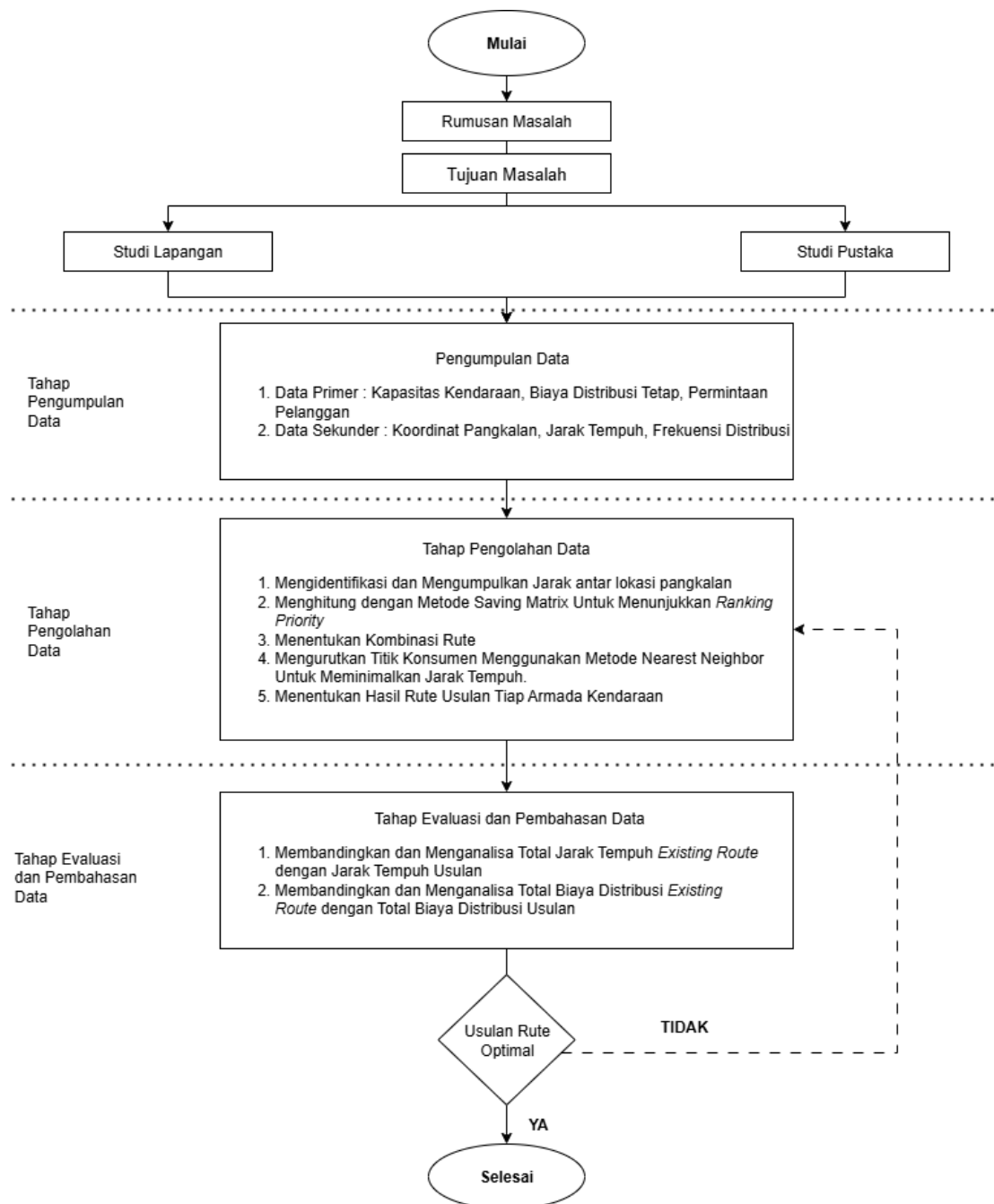
Biaya *Maintenance* dapat diekstrapolasi berupa memperkirakan nilai secara proporsional untuk setiap 100 km sebagai dasar perhitungan efisiensi operasional (Danilecki *et al.*, 2019).

b) Waktu jarak tempuh

Dalam penghitungan waktu jarak tempuh, digunakan Google Maps untuk mengestimasi waktu tempuh antara dua lokasi. Menurut (Comi *et al.*, 2017) kondisi lalu lintas berfluktuasi secara temporal dan tidak dapat diprediksi. Oleh karena itu, Google Maps dipilih sebagai satu-satunya sumber estimasi waktu tempuh, karena ia mengombinasikan data *real-time traffic*, algoritma prediksi berbasis *machine learning*, dan masukan *crowdsourcing* pengguna. Fitur ini memberikan estimasi waktu tempuh dalam satuan menit.

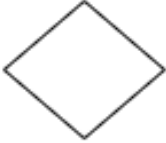
3.7 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian merupakan representasi visual yang menggambarkan langkah-langkah sistematis dalam proses penelitian, mulai dari tahap persiapan hingga pengambilan kesimpulan. Dalam penelitian ini, diagram alur dirancang untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana data dikumpulkan, diolah, dianalisis, dan diinterpretasi guna menghasilkan solusi optimasi rute distribusi gas LPG menggunakan metode Saving Matrix dan Nearest Neighbour. Melalui diagram alur ini, pembaca dapat memahami alur kerja penelitian secara terstruktur dan logis, sehingga mempermudah pelacakan setiap tahapan yang dilakukan.



Gambar 3. 2 Prosedur Alur Penelitian

Tabel 3. 3 Keterangan Simbol

Simbol	Nama	Fungsi
	Terminator / Mulai & Selesai	Menandai awal atau akhir dari proses pengolahan data.
	Proses / Langkah Kerja	Menunjukkan tindakan atau aktivitas seperti menghitung, mengurutkan, atau menentukan.
	Keputusan / Kondisi	Menunjukkan percabangan logika atau keputusan dari suatu kondisi tertentu
	Tanda Panah	Menunjukkan aliran proses utama dari satu langkah ke langkah berikutnya.
	Tanda Panah Putus-putus	Menunjukkan aliran proses alternatif, pengecekan, atau validasi tambahan.
	Garis putus-putus	Digunakan untuk menunjukkan keterangan, catatan, atau hubungan informasi non-linier.