

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Persoalan sampah menjadi salah satu persoalan prioritas di Kota Denpasar (Sahwan, 2016). Berdasarkan data Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup Provinsi Bali terkait data timbulan sampah per kabupaten/kota di Provinsi Bali, maka diketahui jumlah sampah yang dihasilkan di Kota Denpasar pada tahun 2021 sebanyak 349.519,44 ton. Jumlah tersebut menjadikan Kota Denpasar sebagai kabupaten/kota yang menghasilkan timbulan sampah terbesar di Provinsi Bali dengan persentase sebesar 33,40%. Untuk mengatasi hal tersebut, sejak tahun 2016 pemerintah Kota Denpasar telah menerbitkan Peraturan Walikota Denpasar Nomor 11 Tahun 2016 tentang Tata Cara Pengelolaan dan Pembuangan Sampah di Kota Denpasar serta Peraturan Walikota Denpasar Nomor 76 Tahun 2019 tentang Pelaksanaan Swakelola Pengelolaan Sampah dalam rangka mengatasi persoalan sampah ini.

Dengan berlakunya peraturan tersebut, maka desa dan kelurahan di Kota Denpasar diminta untuk memiliki pengelolaan sampah secara mandiri di wilayahnya melalui pembentukan unit-unit swakelola sampah. Adapun tugas dari unit swakelola sampah ini yaitu melaksanakan pengangkutan sampah rumah tangga yang sudah terpilah dengan sarana angkutan menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Tentunya diperlukan perencanaan yang matang oleh setiap unit swakelola sampah yang terbentuk untuk dapat melayani pengangkutan sampah masyarakat di wilayahnya karena proses pengangkutan perkotaan merupakan pekerjaan yang kompleks. Hal ini juga dikemukakan oleh Nakhaee dan Barzinpour (2019) pada penelitiannya yang menyatakan bahwa proses pengangkutan sampah di perkotaan merupakan pekerjaan yang memerlukan biaya yang tinggi dengan tingkat kesulitan yang terus meningkat seiring dengan bertumbuhnya jumlah populasi.

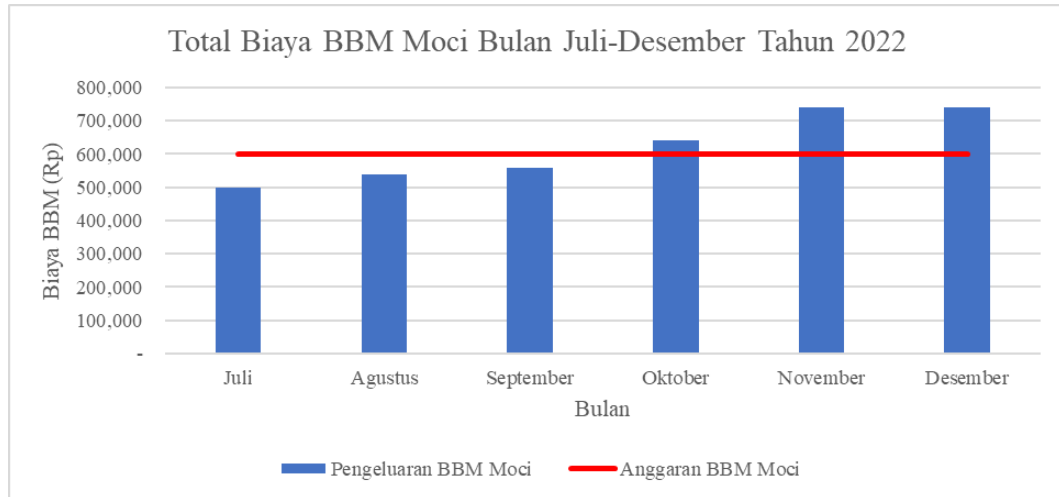
Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari merupakan salah satu unit usaha yang dimiliki oleh Yayasan Banjar Tegeh Sari yang melayani jasa pengangkutan sampah yang beroperasi di Banjar Tegeh Sari, Kelurahan Tonja, Kota Denpasar. Pada tahun

2022, jumlah pelanggan dari unit swakelola sampah ini sudah mencapai 945 orang pelanggan yang tersebar di beberapa gang dan jalan utama baik di dalam maupun di luar wilayah Banjar Tegeh Sari. Kegiatan operasional yang umumnya dilakukan oleh unit swakelola sampah ini di antaranya adalah pengangkutan sampah pada setiap pelanggan menggunakan moci, pemindahan sampah menuju truk pada gudang milik swakelola sampah, dan pengiriman sampah menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Untuk saat ini, jadwal pengangkutan sampah di wilayah Banjar Tegeh Sari dibagi menjadi 3 yaitu jalur Timur, jalur tengah dan jalur Barat.

Dalam mendukung kegiatan operasional tersebut, unit swakelola sampah ini memiliki 5 orang tenaga kerja lapangan yang diawasi oleh 1 orang pengawas harian. Selain itu, sarana dan prasarana yang dimiliki terdiri atas 2 unit truk sampah, 3 unit moci, dan sebuah gudang yang digunakan sebagai tempat parkir kendaraan serta tempat untuk melakukan pemindahan sampah dari moci menuju ke truk untuk selanjutnya dibawa menuju ke TPA yang terletak di Sesehan, Denpasar Selatan. Setiap minggunya unit swakelola sampah ini beroperasi selama 5 hari kerja dari hari Senin hingga Sabtu. Pelayanan pengangkutan sampah dilakukan dalam 2 sesi yaitu sesi pagi yang dimulai pukul 07.00 hingga 11.00 lalu dilanjutkan dengan sesi sore yang dimulai dari pukul 12.00 hingga pukul 16.00. Dengan kata lain jam operasional unit swakelola sampah ini yaitu selama 8 jam kerja setiap harinya.

Dengan wilayah layanan seluas 1 km² ditambah dengan jumlah sampah yang berfluktuasi serta terus meningkatnya jumlah pelanggan setiap bulannya, ternyata menyebabkan meningkatnya keperluan biaya BBM pada moci pengangkut sampah. Pada awal tahun 2022, manajemen unit telah menetapkan anggaran untuk BBM moci setiap bulannya yaitu sejumlah Rp600.000 atau sejumlah Rp200.000 untuk setiap kendaraan. Penentuan anggaran ini didapatkan dari rata-rata pengeluaran BBM moci selama tahun 2021. Namun, pada akhir tahun 2022, beberapa kali biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci melebihi anggaran yang ditetapkan. Hal ini tentunya menjadi tantangan tersendiri bagi Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari agar dapat terus memberikan pelayanan terbaik bagi 945 pelanggannya di

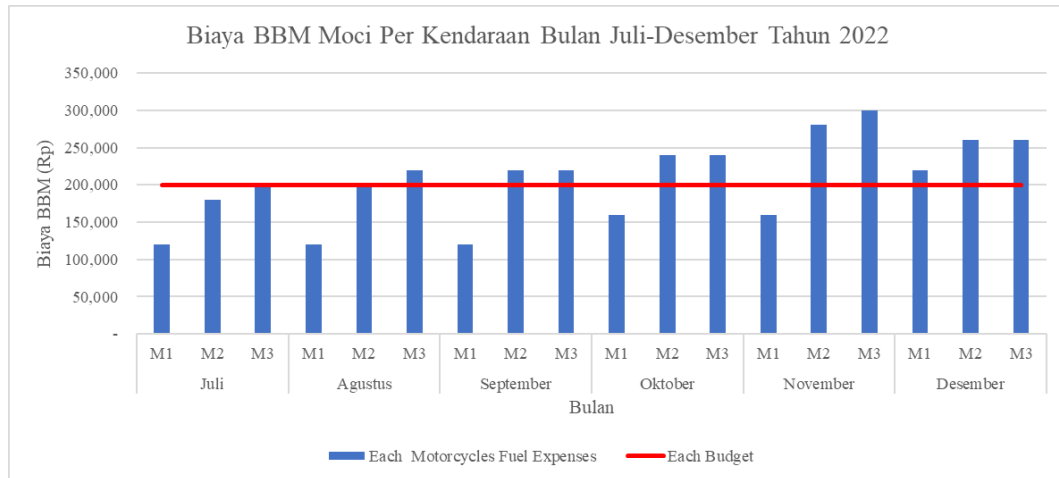
samping juga untuk menjaga agar biaya pengangkutan sampah tidak naik secara signifikan sehingga menyebabkan kerugian.



Gambar I. 1 Total Pengeluaran BBM Moci Bulan Juli-Desember 2022

(Sumber: Laporan Keuangan Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari)

Gambar I.1 menunjukkan data terkait total biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci pada bulan Juli hingga Desember tahun 2022. Merujuk pada data yang ada di Gambar I.1 tersebut, maka diketahui total biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci terus mengalami peningkatan dari bulan Juli hingga Desember. Pada bulan Juli hingga September tahun 2022, biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci yaitu sebesar Rp500.000, Rp540.000 dan Rp560.000 atau dalam kata lain masih berada di bawah anggaran yang ditetapkan yaitu sebesar Rp600.000. Namun pada bulan Oktober, total biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci pengangkut sampah telah melebihi anggaran sebesar 6,67%. Terlampauinya anggaran biaya BBM moci ini terus berlanjut hingga Desember tahun 2022. Secara rata-rata, kelebihan biaya yang dikeluarkan untuk BBM moci yang terjadi selama 3 bulan ini mencapai 17,78%. Untuk saat ini, manajemen unit swakelola sampah juga masih mempertimbangkan apakah perlu untuk menaikkan anggaran biaya BBM moci pada tahun 2023. Agar dapat mengetahui permasalahan secara lebih mendalam, maka perlu untuk melihat bagaimana pengeluaran BBM pada setiap moci. Untuk itu, Gambar I. 2 akan menunjukkan pengeluaran BBM untuk setiap moci dari bulan Juli hingga Desember Tahun 2022.



Gambar I. 2 Total Biaya BBM Moci Setiap Bulan

(Sumber: Laporan Keuangan Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari)

Berdasarkan Gambar I. 2, maka dapat dilihat bahwa biaya yang dikeluarkan untuk BBM pada kendaraan moci 1 relatif lebih kecil dibandingkan dengan moci 2 dan 3. Pada bulan Agustus, biaya BBM yang dikeluarkan untuk moci 3 yaitu sejumlah Rp220.000. Tentunya ini berarti biaya BBM moci 3 pada bulan Agustus telah melebihi anggaran yang ditetapkan untuk setiap kendaraan yaitu sebesar Rp200.000 per bulannya. Hal ini juga terjadi pada bulan September pada moci 2 dan moci 3. Namun, jika dilihat secara total biaya yang dikeluarkan untuk BBM pada bulan Agustus dan September masih berada di bawah nilai Rp600.000. Pada bulan Oktober dan November, walaupun biaya BBM untuk moci 1 tidak melebihi Rp200.000 namun biaya BBM yang dikeluarkan untuk moci 2 dan moci 3 telah jauh meningkat sehingga secara total pengeluaran BBM telah melebihi Rp600.000. Untuk bulan Desember, biaya yang dikeluarkan untuk BBM seluruh moci telah jauh meningkat sehingga secara total pengeluaran untuk BBM pasti melebihi batas anggaran yang ditentukan.

Untuk memberikan solusi atas permasalahan tersebut, maka diperlukan analisis faktor-faktor yang menyebabkan pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan. Faktor metode menjadi faktor pertama yang menyebabkan terjadinya permasalahan ini. Gambar

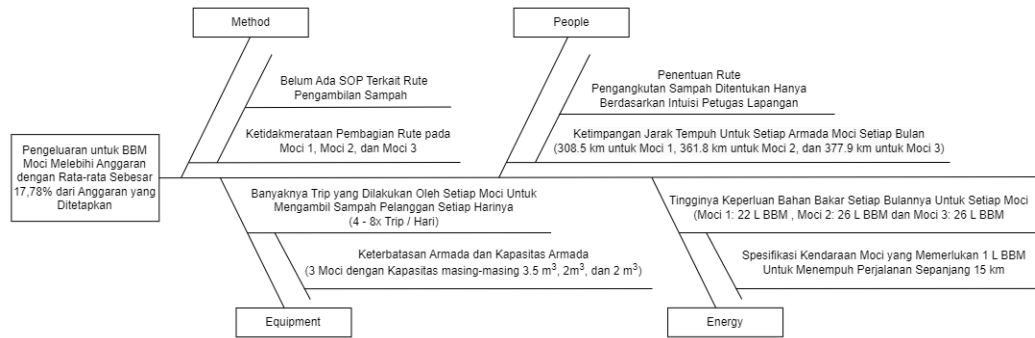
I.2 telah menunjukkan bagaimana terjadinya ketidakmerataan pengeluaran biaya untuk BBM pada moci pengangkut sampah. Dapat dilihat bagaimana kendaraan moci 1 memiliki pengeluaran untuk biaya BBM yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan moci 2 dan moci 3. Setelah ditelusuri lebih lanjut, ternyata unit swakelola sampah saat ini belum memiliki SOP terkait dengan rute pengangkutan sampah untuk setiap kendaraan. Selama ini, penentuan rute pengangkutan sampah diserahkan sepenuhnya kepada petugas angkut sampah. Menurut Liang dkk. (2022) pada penelitiannya menyebutkan bahwa, ketidaktepatan dalam penentuan rute pengangkutan sampah tentunya akan berdampak pada tingginya biaya pengangkutan sampah yang dibutuhkan (Liang dkk., 2022). Dengan demikian, ketidakadaan SOP terkait rute pengangkutan sampah menyebabkan petugas angkut tidak memiliki acuan yang jelas sehingga menjadi penyebab terjadinya ketimpangan rute kendaraan sehingga pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan.

Faktor kedua penyebab pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan adalah *people*. Berdasarkan penelusuran yang penulis lakukan terhadap rute kendaraan yang digunakan pada setiap moci pada bulan Desember tahun 2022 untuk setiap jalur, didapati untuk moci 1 melakukan perjalanan sepanjang 308,5 km, lalu moci 2 melakukan perjalanan sepanjang 361,8 km, dan moci 3 melakukan perjalanan sepanjang 377,9 km. Berdasarkan penelusuran tersebut, dapat diketahui bahwa terjadi ketimpangan jarak tempuh yang dilalui oleh moci 1 jika dibandingkan dengan moci 2 dan moci 3. Lalu, setelah dilakukan pendalaman kembali didapatkan akar permasalahannya yaitu selama ini penentuan rute kendaraan angkut sampah hanya ditentukan berdasarkan intuisi petugas sampah tanpa menggunakan metode perancangan rute. Dengan demikian, penentuan rute menggunakan intuisi ini menjadi akar permasalahan yang menyebabkan pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan.

Faktor kedua penyebab permasalahan ini yaitu *energy*. Setelah melakukan pencarian informasi terkait kendaraan serta biaya bbm yang dikeluarkan khususnya pada bulan Desember tahun 2022, maka diketahui untuk melakukan pengangkutan sampah setiap bulannya kendaraan moci 1 memerlukan BBM sebanyak 22 liter, moci 2 memerlukan BBM sebanyak 26 liter, dan moci 3 memerlukan BBM sebanyak 26 liter. Selain karena jarak tempuh yang dilalui kendaraan, faktor spesifikasi kendaraan juga mempengaruhi jumlah BBM yang diperlukan. Untuk kendaraan moci yang dimiliki oleh unit swakelola sampah ini diperkirakan membutuhkan 1 Liter BBM untuk menempuh perjalanan sekitar 15 km. Dengan demikian ini menjadi salah satu penyebab pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan.

Faktor terakhir yang menyebabkan terjadinya permasalahan ini yaitu *equipment*. Akar permasalahan dari faktor ini yaitu terkait dengan jumlah kendaraan moci pengangkut sampah serta spesifikasi kapasitas kendaraan moci pengangkut sampah yang terbatas. Dengan adanya keterbatasan jumlah kendaraan moci yaitu sejumlah 3 moci dengan kapasitas angkut sampah yaitu sebesar 3,5 m³, 2 m³ dan 2 m³ maka mengakibatkan kendaraan moci harus melakukan banyak perjalanan. Setiap wilayahnya diperkirakan memerlukan 4-8 kali perjalanan untuk mengangkut sampah pelanggan. Dengan demikian maka keterbatasan jumlah armada beserta dengan kapasitasnya menyebabkan pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan.

Untuk memudahkan dalam melihat akar permasalahan yang ada maka setiap faktor dan akar permasalahan akan digambarkan dalam bentuk *fishbone* diagram. Gambar I.3 akan menunjukkan beberapa faktor dan akar permasalahan yang menjadi penyebab pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan



Gambar I. 3 *Fishbone* Diagram

Selanjutnya, berdasarkan hasil identifikasi akar permasalahan yang ada maka akan dilakukan identifikasi alternatif solusi. Rangkuman dari setiap solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan ini dapat dilihat pada Tabel I.1. Berdasarkan Tabel 1.1 maka dapat diidentifikasi beberapa solusi atas setiap akar permasalahan yang ada.

Untuk akar permasalahan ada pada faktor *method* berupa belum ada SOP terkait rute pengangkutan sampah maka ditawarkan solusi berupa perancangan rute kendaraan pengangkut sampah sehingga terdapat rute pasti dalam pengangkutan yang dapat dijadikan acuan dan SOP bagi petugas lapangan. Selain itu, dengan adanya SOP terkait rute kendaraan maka akan meminimalisir terjadinya kesalahan dalam penentuan rute serta meminimalisir terjadinya ketidakmerataan di antara pembagian pelanggan pada setiap kendaraan. Dengan demikian maka dengan adanya SOP ini diharapkan mampu untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar agar tidak melebihi anggaran yang ada.

Selanjutnya pada faktor *people* dengan akar permasalahan berupa penentuan rute pengangkutan sampah ditentukan hanya berdasarkan intuisi petugas lapangan maka dapat diselesaikan dengan melakukan optimasi rute atau perancangan rute kendaraan pengangkut sampah. Hal ini dilakukan agar penentuan rute ke depannya tidak lagi berdasarkan intuisi tetapi ditentukan berdasarkan metode yang umum digunakan dalam perancangan rute kendaraan. Harapannya ini dapat meminimalisir perjalanan pulang pergi yang mengakibatkan biaya BBM Moci mencapai Rp740.000.

meminimalisir terjadinya kesalahan dalam penentuan rute kendaraan yang menyebabkan tingginya jarak tempuh setiap kendaraan moci pengangkut sampah. Dengan dapat diminimalisirnya jarak tempuh setiap kendaraan moci pengangkut sampah maka tentu harapannya biaya BBM setiap moci juga dapat diminimalisir.

Akar permasalahan ketiga yaitu pada faktor *energy* yaitu berupa spesifikasi kendaraan moci memerlukan 1 L bbm untuk 15 km maka dapat diselesaikan dengan mengganti kendaraan moci pengangkut sampah baik dengan spesifikasi yang lebih baik atau dengan kendaraan listrik. Tentunya dengan mengganti kendaraan saat ini dengan kendaraan listrik maka dapat langsung mengurangi pengeluaran terhadap biaya BBM. Hal ini tentunya dapat mengatasi permasalahan pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan. Namun, solusi ini nampaknya belum cocok untuk diterapkan saat ini dikarenakan infrastruktur kendaraan listrik yang belum memadai. Selain itu pergantian ini juga akan menimbulkan biaya baru yaitu berupa biaya pembelian kendaraan.

Akar permasalahan terakhir yaitu berupa keterbatasan jumlah armada beserta kapasitasnya pada faktor *equipment* dapat diberikan solusi berupa melakukan analisis tempat pembuangan sampah serta kebutuhan alat pengangkut sampah. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah memungkinkan untuk membuat tempat pembuangan sampah pada setiap wilayah sehingga kendaraan tidak perlu melakukan pengambilan sampah ke setiap titik. Selain itu, analisis ini juga bertujuan untuk mengetahui berapa kebutuhan kendaraan pengangkut sampah. Harapannya dengan dilakukan analisis ini maka dapat meminimalisir kebutuhan BBM untuk setiap moci sehingga dapat meminimalisir biaya BBM.

Tabel I. 1 Alternatif Solusi

No	Faktor	Akar Masalah	Potensi Solusi
1	<i>People</i>	Penentuan Rute Pengangkutan Sampah Ditentukan Hanya Berdasarkan Intuisi Petugas Lapangan	<ul style="list-style-type: none"> Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Kota Yogyakarta Menggunakan <i>Hybrid Genetic Algorithm</i> (Armandi dkk., 2019)
2	<i>Method</i>	Belum Ada SOP Terkait Rute Pengangkutan Sampah	<ul style="list-style-type: none"> <i>Waste Collection Vehicle Routing Problem Model with Multiple Trips, Time Windows, Split Delivery, Heterogeneous Fleet and Intermediate Facility</i> (Nurprihatin & Lestari, 2020)
3	<i>Energy</i>	Spesifikasi Kendaraan Moci Memerlukan 1 L BBM Untuk 15 km	<ul style="list-style-type: none"> <i>Optimisation of sustainable urban recycling waste collection and routing with heterogeneous electric vehicles</i> (Erdem, 2022)
4	<i>Equipment</i>	Keterbatasan Jumlah Armada Beserta Kapasitasnya (3 Moci dengan Kapasitas Masing-masing 3,5m ³ , 2m ³ , dan 2m ³)	<ul style="list-style-type: none"> Analisis Kebutuhan Tempat Pembuangan Sampah Dan Alat Pengangkut Sampah Di Kelurahan Kertapati Palembang (Lubis & Yulianti, 2021)

Berdasarkan solusi-solusi yang ada maka akan dilakukan pemilihan salah satu solusi yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pengeluaran untuk BBM moci melebihi anggaran dengan rata-rata sebesar 17,78% dari anggaran yang ditetapkan. Solusi yang memungkinkan untuk dilakukan saat ini adalah dengan melakukan perancangan rute kendaraan pengangkut sampah. Perancangan rute kendaraan pengangkut sampah ini akan menghasilkan SOP sehingga terdapat acuan rute yang dapat digunakan oleh petugas lapangan. Selain itu, perancangan rute

relatif lebih mudah dilakukan dan tidak memerlukan banyak biaya jika dibandingkan dengan melakukan pergantian kendaraan ataupun pembuatan tempat pembuangan sampah serta penambahan kendaraan pengangkut sampah.

Penentuan rute yang tepat dapat menghemat biaya perjalanan sekaligus berkontribusi pada peningkatan kepuasan pelanggan (Coelho dkk., 2016). Selanjutnya, menurut Tirkolae dkk. (2019) pada penelitiannya juga menyatakan perbaikan kecil pada proses pengangkutan dan pengumpulan sampah dapat menghemat biaya operasional yang luar biasa besar. Penentuan rute pengangkutan sampah yang baik juga diperlukan agar tercipta waktu kerja dan biaya operasional yang minim dalam melakukan pengangkutan sampah (Pakusadewa dkk., 2018). Alasan lain mengapa perancangan rute menjadi solusi yang terpilih adalah karena hal ini sejalan dengan keinginan manajemen unit swakelola sampah untuk melakukan penyesuaian rute kembali pada tahun 2023 agar dapat mengetahui berapa biaya operasional terendah yang dapat dicapai. Selain itu, manajemen juga ingin mengetahui apakah memang anggaran terkait BBM harus ditambahkan setiap bulannya. Menurut Beliën dkk. (2011), permasalahan pengambilan sampah pada dasarnya merupakan permasalahan VRP yang berarti memiliki tujuan untuk melayani sejumlah pelanggan dengan sejumlah kendaraan. Dengan demikian maka permasalahan yang terjadi ini termasuk ke dalam permasalahan VRP, sehingga solusi yang dapat digunakan dalam perancangan rute nantinya akan menggunakan metode yang umum digunakan pada permasalahan VRP.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka berikut merupakan rumusan masalah untuk tugas akhir ini:

1. Bagaimana rancangan rute pengangkutan sampah untuk meminimasi biaya BBM kendaraan moci pengangkut sampah pada Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari?

I.3 Tujuan Perancangan

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka berikut merupakan tujuan untuk tugas akhir ini:

1. Memperoleh rancangan rute pengangkutan sampah untuk meminimasi biaya BBM kendaraan moci pengangkut sampah pada Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari.

I.4 Manfaat Perancangan

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka berikut merupakan manfaat untuk tugas akhir ini:

1. Meminimasi Biaya BBM untuk kendaraan moci pengangkut sampah pada Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari.
2. Menghasilkan standarisasi atau SOP rute pengangkutan sampah.
3. Memberikan kepastian alur untuk mempermudah pekerjaan petugas angkut Unit Swakelola Sampah Banjar Tegeh Sari

I.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian terkait dengan latar belakang permasalahan dan akar penyebab permasalahan yang melibatkan beberapa aspek yang disertai dengan alternatif solusi pada setiap akar permasalahan. Pada bab ini juga akan dijelaskan perumusan permasalahan, tujuan tugas akhir, dan manfaat tugas akhir.

Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi uraian terkait dengan literatur atau teori yang akan digunakan dalam penyelesaian tugas akhir. Pada bab ini juga akan dijelaskan aspek-aspek yang menjadi pertimbangan dan dasar dalam pemilihan teori atau model yang akan digunakan.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi uraian terkait mekanisme sistematisa perancangan dalam penyelesaian permasalahan yang terdiri atas pendefinisian pengumpulan data, tahapan perancangan, serta mekanisme verifikasi dan validasi. Pada bab ini juga akan dijelaskan batasan dan asumsi tugas akhir, identifikasi komponen sistem integrasi dari permasalahan yang ada serta rencana waktu penyelesaian tugas akhir.

Bab IV Perancangan Sistem Terintegrasi

Bab ini berisi uraian terkait seluruh kegiatan yang dapat berupa pengumpulan dan pengolahan data, pengujian data dan perancangan solusi yang dilakukan dalam rangka perancangan sistem terintegrasi untuk penyelesaian permasalahan.

Bab V Analisis Hasil dan Evaluasi

Bab ini berisi uraian hasil rancangan, temuan, analisis dan pengolahan data, serta validasi atau verifikasi hasil dari solusi. Pada bab ini juga akan dijelaskan apakah hasil benar-benar menyelesaikan permasalahan atau menurunkan gap antara kondisi eksisting dengan target yang akan dicapai.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi uraian terkait kesimpulan dari tugas akhir dalam penyelesaian masalah yang dilakukan. Pada bab ini juga akan dijelaskan saran dari solusi yang terdapat pada bab ini untuk tugas akhir berikutnya.