

**PERANCANGAN RUTE KENDARAAN YANG
MENYEIMBANGKAN BEBAN TERBOBOT
PENGEMUDI DI REKOSISTEM**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Kenisha Amelia
NPM : 613191105



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2023**

PERANCANGAN RUTE KENDARAAN YANG MENYEIMBANGKAN BEBAN TERBOBOT PENGEMUDI DI REKOSISTEM

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Kenisha Amelia
NPM : 613191105



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2023**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Kenisha Amelia
NPM : 6131901105
Program Studi : Sarjana Teknik Industri
Judul Skripsi : Perancangan Rute Kendaraan yang Menyeimbangkan
Beban Terbobot Pengemudi di Rekosistem

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 13 Juli 2023
**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Dr. Ceicalia Tesavita, S.T., M.T.)

Pembimbing Pertama

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M)

Dosen Pembimbing Kedua

(Giovano Alberto S.T., M.T)

PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Kenisha Amelia

NPM : 6131901105

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

Perancangan Rute Kendaraan yang Menyeimbangkan Beban Terbobot
Pengemudi di Rekosistem

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber
lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak
sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan
dikenakan kepada saya.

Bandung, 13 Juli 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kenisha Amelia', with a large, stylized flourish at the end.

Kenisha Amelia

NPM : 6131901105

ABSTRAK

Rekosistem adalah startup yang berjalan di bidang *cleantech*. Rekosistem menawarkan manajemen sampah untuk pengumpulan, dan pemilahan sampah dengan salah satu jasa yang diberikan merupakan jasa jemput sampah (Re-pickup). Pada saat ini Rekosistem menjemput 500 pelanggan aktif yang dijemput 1-2x seminggu di area Jakarta. Dalam melaksanakan penjemputan, terdapat 10-11 driver (6 *driver* shift 1, dan 5 *driver* shift 2) yang berjalan setiap Senin-Minggu. Rute *shift* 1 yang dimiliki Rekosistem saat ini dikeluhkan oleh *driver* dikarenakan ketidakadilan bobot beban kerja antar satu *driver* dengan *driver* lainnya. Faktor-faktor yang dikeluhkan *driver* merupakan perbedaan jumlah titik, waktu tempuh, berat sampah yang diangkut, dan frekuensi lembur yang dialami *driver*. Dengan melihat keempat faktor tersebut, beban kerja *driver* diberikan bobot untuk dapat membandingkan beban kerjanya. Dengan data yang ada, didapatkan performansi terbobot *driver* 1 sebanyak 5, *driver* 2 sebanyak 17, *driver* 3 sebanyak 17, *driver* 4 sebanyak 9, dan *driver* 5 sebanyak 12. Beban kerja yang berat akan diberikan bobot terbesar (5), sehingga performansi terbobot terkecil menunjukkan beban kerja terbesar. *Range* performansi terbobot terbesar dan terkecil cukup jauh, yaitu sebesar 12.

Beban terbobot *driver* dapat diseimbangkan dengan mencari rute baru menggunakan model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang disesuaikan dengan kondisi aktual agar dapat memberikan solusi yang relevan. Penyelesaian model CVRP dilakukan menggunakan algoritma *Clarke and Wright* untuk mendapatkan hasil. Algoritma *Clarke and Wright* juga akan disesuaikan dengan kondisi aktual, serta batasan-batasan yang ada pada model CVRP. Setelah dilakukan pengolahan data, didapatkan bahwa performansi terbobot *driver* 1 sebanyak 13, *driver* 2 sebanyak 11,5, *driver* 3 sebanyak 14, *driver* 4 sebanyak 11, dan *driver* 5 sebanyak 10,5. *Range* performansi terbobot terbesar dan terkecil cukup dekat, yaitu sebesar 3,5. *Range* performansi yang semakin kecil membuktikan bahwa dengan menggunakan model CVRP dan algoritma *Clarke and Wright*, beban kerja *driver* Rekosistem dapat terbagi lebih adil antar satu *driver* dengan lainnya.

ABSTRACT

Rekosistem is a cleantech startup that offers waste management services, including waste collection and sorting. One of the services provided is a waste pick-up service called Repick-up. Currently, Rekosistem serves 500 active customers in Jakarta, with pick-ups scheduled 1-2 times a week. In order to carry out the pick-ups, Rekosistem has 10-11 drivers (6 drivers for the first shift and 5 drivers for the second shift) operating from Monday to Sunday. The current route for the first shift has been complained about by the drivers due to an unfair distribution of workload among them. The factors that the drivers have raised concerns about include differences in the number of points, travel time, weight of the waste collected, and overtime frequency experienced by the drivers. Considering these four factors, the workload of the drivers is weighted to compare their workloads. Based on the available data, the weighted performance for Driver 1 is 5, Driver 2 is 17, Driver 3 is 17, Driver 4 is 9, and Driver 5 is 12. The heaviest workload is assigned the smallest weight (1), so the driver with the lowest weighted performance indicates the largest workload. The range between the highest and lowest weighted performances is considerable, at 12.

To balance the weighted workload of the drivers, a new route will be determined using a customized Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) model to provide relevant solutions. The CVRP model will be solved using the Clarke and Wright algorithm. The algorithm will be adjusted to match the current conditions and constraints of the CVRP model. After processing the data, the weighted performances for Driver 1 are 13, Driver 2 is 11.5, Driver 3 is 14, Driver 4 is 11, and Driver 5 is 10.5. The range between the highest and lowest weighted performances is close, at 3.5. A smaller range of performance values demonstrates that by using the CVRP model and the Clarke and Wright algorithm, the workload of Rekosistem's drivers can be more evenly distributed among them.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya yang telah menyertai kita sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “Perancangan Rute Kendaraan yang Menyeimbangkan Beban Terbobot Pengemudi di Rekosistem”. Dengan segala kerendahan hati, penulis hendak mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya terhadap pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain :

1. Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., M.I.M dan Giovano Alberto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan-masukan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Prof. Ir. Sani Susanto, M.T., Ph.D., CRMP., IPU., AER. dan Dedy Suryadi, S.T., M.S., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membuat skripsi lebih baik.
3. PT Khazanah Hijau Indonesia (Rekosistem) yang telah bersedia menjadi objek penelitian penulis, bersedia dalam melakukan wawancara, dan memberikan segala data yang diperlukan untuk penelitian.
4. Keluarga penulis, Steve Kristanto selaku Ayah penulis, Martina Prasetyo selaku Ibu penulis, Kezia Adelia selaku Kakak penulis, dan Ginger selaku adik penulis yang telah menjadi penyemangat terbesar dengan memberikan dukungan, dan doa dalam penyusunan skripsi.
5. Andrew Rheza selaku orang terkasih yang selalu menemani, mendengarkan keluhan, dan menyemangati penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Vinsensia Selvira, Ryan Dalimartha, Carl Aaron, dan Stasya Zefanya Pang yang mendukung, dan menyemangati penulis untuk tidak menyerah dalam perkuliahan hingga akhir skripsi.
7. Sahabat-sahabat penulis yang menemani, dan mendukung penulis dari awal kuliah hingga menyelesaikan skripsi.

8. Pihak lain yang mendukung penulis dalam penelitian dan penyusunan skripsi hingga akhir.

Akhir kata penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada seluruh pihak yang dengan atau tanpa disadari telah memberikan semangat penulis dalam penyusunan skripsi. Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan yang dapat diperbaiki, oleh karena itu penulis terbuka atas kritik dan saran yang ingin diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bari orang lain di luar sana.

Jakarta, 13 Juli 2023



Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | I-1 |
| I.1 Latar Belakang Masalah | I-1 |
| I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah | I-3 |
| I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian..... | I-9 |
| I.4 Tujuan Penelitian | I-9 |
| I.5 Manfaat Penelitian | I-9 |
| I.6 Metodologi Penelitian | I-10 |
| I.7 Sistematika Penulisan | I-12 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | II-1 |
| II.1 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i> | II-1 |
| II.2 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i> | II-4 |
| II.3 Metode Penyelesaian <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (<i>CVRP</i>) | II-6 |
| BAB III PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN MODEL USULAN | III-1 |
| III.1 Pengembangan Model Matematis..... | III-1 |
| III.1.1 Penentuan Parameter, dan Variabel Keputusan Model Matematis..... | III-1 |
| III.1.2 Penentuan Fungsi Objektif Model Matemati | III-5 |
| III.1.3 Penentuan Batasan Model Matematis | III-6 |
| III.2 Pengembangan Algoritma <i>Clarke and Wright</i> | III-10 |
| III.3 Pengumpulan Data | III-13 |
| III.3.1 Database Customer | III-13 |
| III.3.2 Data Waktu Tempuh dan Pelayanan Pelanggan | III-16 |

| | |
|---|-------------|
| III.4 Penerapan Algoritma Clarke and Wright Usulan..... | III-21 |
| BAB IV ANALISIS..... | IV-1 |
| IV.1 Analisis Kondisi Kasus Perusahaan | IV-1 |
| IV.2 Analisis Metode Usulan..... | IV-3 |
| IV.3 Analisis Hasil Rute Kendaraan | IV-5 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | V-1 |
| V.1 Kesimpulan..... | V-1 |
| V.2 Saran | V-1 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN A | |
| LAMPIRAN B | |
| LAMPIRAN C | |
| LAMPIRAN D | |
| LAMPIRAN E | |
| RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|--------|
| Tabel I. 1 Data Penjemputan Sampah <i>Driver</i> 1-5 | I-5 |
| Tabel I. 2 Data Frekuensi Jam Pulang <i>Driver</i> 1-5 (Januari 2023) | I-6 |
| Tabel I. 3 Data Rata-rata Penjemputan Sampah oleh <i>Driver</i> | I-6 |
| Tabel I. 4 Data Ranking Bobot Beban Kerja <i>Driver</i> 1-5 | I-7 |
| Tabel III. 1 Tabel Perubahan Notasi Model Matematis Awal dan Usulan | III-2 |
| Tabel III. 2 Tabel <i>Database Customer</i> | III-13 |
| Tabel III. 3 Matriks Jarak Titik 0 hingga 10 (dalam km) | III-18 |
| Tabel III. 4 Tabel Data Kecepatan Kendaraan | III-19 |
| Tabel III. 5 Tabel Matriks Waktu Titik 0 hingga 10 (dalam menit)..... | III-20 |
| Tabel III. 6 Matriks Savings Titik 0 hingga 10..... | III-21 |
| Tabel III. 7 Tabel Ranking Nilai Savings Senin | III-22 |
| Tabel III. 8 Hasil Perhitungan Rute Senin | III-26 |
| Tabel III. 9 Tabel Hasil Perhitungan Rute Senin hingga Sabtu | III-27 |
| Tabel III. 10 Data Rata-Rata Penjemputan Sampah Usulan | III-30 |
| Tabel III. 11 Data Ranking Bobot Beban Kerja <i>Driver</i> 1-5 Usulan..... | III-30 |
| Tabel IV. 1 Tabel Rekapitulasi Perbandingan Waktu tempuh Awal dan Usulan..... | IV-6 |
| Tabel IV. 2 Tabel Rekapitulasi Perbandingan Performansi terbobot Rute Awal dan Usulan | IV-8 |
| Tabel IV. 3 Tabel Rekapitulasi Perbandingan Standar Deviasi Rute awal dan Usulan | IV-9 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|--------|
| Gambar I. 1 Klasifikasi Sumber Sampah di DKI Jakarta (2020)..... | I-1 |
| Gambar I. 2 Metodologi Penelitian | I-10 |
| Gambar II. 1 Visualisasi <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)..... | II-2 |
| Gambar II. 2 Klasifikasi Metode Opstimasi VRP | II-6 |
| Gambar II. 3 Diagram Alir Algoritma Clarke & Wright Savings | II-8 |
| Gambar III. 1 Diagram Alir Algoritma Clarke and Wright Savings Usulan..... | III-10 |
| Gambar III. 2 <i>Apps Script Google Maps</i> pada <i>Google Sheet</i> | III-15 |
| Gambar III. 3 <i>Apps Script Google Maps</i> Latlong pada <i>Google Sheet</i> | III-16 |
| Gambar III. 4 <i>Apps Script Google Maps Distance</i> pada <i>Google Sheet</i> | III-17 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| LAMPIRAN A DATABASE CUSTOMER | A-1 |
| LAMPIRAN B MATRIKS JARAK SENIN HINGGA SABTU..... | B-1 |
| LAMPIRAN C MATRIKS WAKTU SENIN HINGGA SABTU | C-1 |
| LAMPIRAN D MATRIKS SAVINGS SENIN HINGGA SABTU | D-1 |
| LAMPIRAN E RANKING SAVINGS SENIN HINGGA SABTU | E-1 |

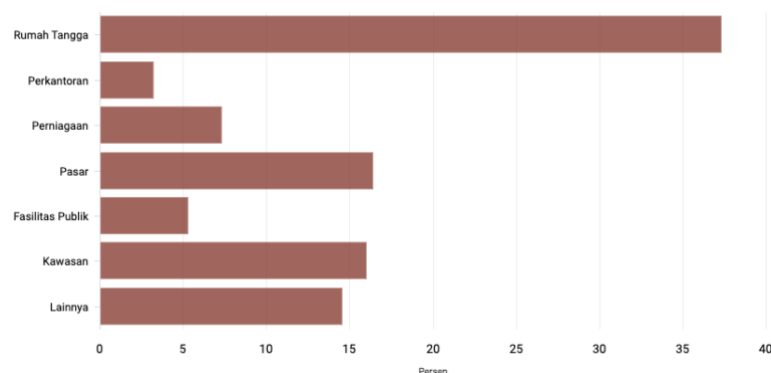
BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian ini akan menjelaskan gambaran umum dari permasalahan yang terjadi. Bagian ini terdiri dari latar belakang permasalahan, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Berikut merupakan pendahuluan pada penelitian ini.

I.1 Latar Belakang Masalah

Setiap orang dalam hidupnya pasti pernah membuang sampah. Baik sampah basah, maupun kering, di rumah maupun di luar rumah. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara yang menyumbang sampah cukup banyak. Menurut berita yang diterbitkan oleh detik.com (2022), data dari *World Population Review* menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat kelima tertinggi negara penghasil sampah plastik terbanyak di dunia. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional mendapatkan data bahwa pada tahun 2022, Indonesia menghasilkan 18.308.292 ton sampah. Ibu kota Indonesia, Jakarta, meraih peringkat kedua timbulan sampah terbanyak dengan total sampah sebanyak 3.112.381 ton. Sampah-sampah tersebut bersumber dari berbagai jenis tempat, seperti rumah tangga, perkantoran, perniagaan, pasar, fasilitas publik, kawasan, dan lainnya.



Gambar I. 1 Klasifikasi Sumber Sampah di DKI Jakarta (2020)
(Sumber : <https://databoks.katadata.co.id/>)

Pada Gambar I.1 terlihat bahwa rumah tangga merupakan sumber sampah terbanyak di DKI Jakarta. Badan Pusat Statistik (BPS) DKI Jakarta mencatat, 37,33% sampah yang ada di Ibu Kota berasal dari rumah tangga pada 2020. Hasil itu menunjukkan bahwa rumah tangga memiliki persentase tertinggi dibandingkan tempat-tempat lainnya. Selain itu, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Bandung (LPPM ITB) menghasilkan laporan yang berasal dari riset *sampling* di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantar Gebang bahwa 45,5 persen sampah yang dibuang di tempat ini adalah sampah rumah tangga. Dengan begitu, rumah tangga menjadi penghasil sampah terbanyak di Jakarta.

Pencapaian ini bukanlah pencapaian yang dapat dibanggakan. Jika tidak dikelola dengan baik, sampah yang banyak menjadi sumber dari berbagai masalah. Sampah dapat menjadi salah satu sumber pencemaran udara (bau yang tidak sedap) dan air, salah satu penyebab banjir, dan juga sumber penyakit seperti diare, malaria, kaki gajah, demam berdarah, juga masih banyak penyakit lainnya. Sementara itu, jika sampah dapat dikelola dengan baik, sampah dapat memberikan dampak-dampak baik untuk kehidupan manusia.

Pengelolaan sampah tidak hanya dapat dilakukan oleh suatu instansi, tapi dimulai dari rumah masing-masing. Jika sampah pribadi dapat dipilah dengan baik, maka hal itu dapat membantu pengolahan sampah. Sampah makanan yang tidak tercampur dengan sampah lain dapat dijadikan kompos pupuk untuk tanaman. Sampah anorganik (plastik, kertas, kardus, dan lain-lain) juga perlu dilakukan pemilahan dari sampah lain agar tidak tercampur. Sampah anorganik yang tercampur dengan sampah lainnya akan menjadi sampah residu. Sampah residu adalah sampah yang tidak dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali sehingga harus terbuang (Larasati dan Laila, 2020). Jika sampah pribadi dapat dipilah dengan baik (organik, anorganik, dan residu), maka perbuatan tersebut sudah sangat membantu pengolahan sampah.

Sampah rumah tangga yang dimiliki pelanggan akan diambil oleh tukang sampah dan diletakkan pada Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Kemudian sampah akan berakhir di TPAS (Tempat Pembuangan Akhir Sampah) dan mengalami proses penguraian timbunan sampah secara alami yang memerlukan jangka waktu yang cukup lama. Jika hal ini terus dibiarkan tanpa pengolahan sampah, maka sampah di TPA akan terus menumpuk. Dengan perkembangan

zaman yang ada, Indonesia memiliki beberapa perusahaan *startup* yang peduli terhadap pengelolaan sampah. Salah satu perusahaan yang berfokus pada pengelolaan sampah khususnya di Jakarta adalah Rekosistem.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Rekosistem adalah *startup* yang berjalan di bidang *cleantech*. Rekosistem menawarkan manajemen sampah untuk pengumpulan, dan pemilahan sampah. Nama Rekosistem sendiri terdiri dari dua kata, yaitu Re- dan -ekosistem. Kata Re- yaitu singkatan dari *reduce, reuse, recycle, renewable*, dan seluruh prinsip *sustainable* yang akan diimplementasikan pada produk di Rekosistem. Sementara itu, kata ekosistem berarti solusi dari Rekosistem akan merubah kebiasaan yang ada untuk menjadi komunitas yang lebih *eco-friendly* dan melaksanakan interaksi yang seharusnya sudah terjadi.

Rekosistem sudah berdiri pada 2018 dengan nama KAHIJ (Khazanah hijau Indonesia). Awal mula KAHIJ menjadi waste management sebagai perusahaan kecil menengah *renewable energy*. Pada awal 2019 KAHIJ melaksanakan proyek B2B (Business to Business) pertama dengan Universitas Katolik Parahyangan dalam bentuk biogas. Akhir tahun 2019 KAHIJ berubah menjadi Rekosistem sebagai brand of company. Pada semester I 2020, Rekosistem mendirikan kantor di Jakarta, dan melaksanakan proyek selanjutnya dengan Dinas Lingkungan Hidup Jakarta (di 2 lingkungan). Sementara itu, pada semester II 2022, Rekosistem memulai proyek baru yaitu mengumpulkan, segregasi sampah, dan juga menyediakan sampah kepada prosesor. Awal 2021, Rekosistem meluncurkan aplikasi, dan mendirikan *waste station*. Dengan perkembangan ini, Rekosistem mendapatkan liputan media lebih dari 20. Bahkan founder dari Rekosistem masuk dalam list Forbes 30 under 30. Setelah itu Rekosistem berkembang hingga menjemput sampah lebih dari 11.000 rumah dan lebih dari 25 tempat bisnis.

Salah satu jasa yang diberikan oleh Rekosistem merupakan jasa jemput sampah (Repick-up). Repick-up sendiri dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu Repick-up bisnis, dan Repick-up rumah. Sesuai dengan namanya, Repick-up bisnis merupakan penjemputan sampah yang dilakukan untuk bisnis-bisnis yang bekerjasama dengan Rekosistem. Sementara itu, Repick-up rumah merupakan penjemputan sampah ke rumah pelanggan. Repick-up rumah sendiri terdiri dari

berbagai program lagi, seperti Repick-up Rumah (RR), Repick-up Cluster (RC) Repick-up Ekspres (RE), Repick-up Bisnis (RB), dan Repick-up yang bekerja sama dengan perusahaan (pekerja P&G, dan Nestle juga pelanggan Lion Superindo).

Pada pertengahan tahun 2022 pendaftaran untuk program RR sudah tidak dilanjutkan lagi. Walaupun begitu, pelanggan yang sudah berlangganan RR akan tetap dijemput sampahnya. Hanya saja Rekosistem tidak menerima pelanggan baru untuk program RR. Sementara itu, pada akhir tahun 2022, program Repick-up P&G dan NE sudah tidak dilanjutkan lagi. Pelanggan yang mengikuti program tersebut terpaksa tidak lagi dijemput sampahnya. Namun, pelanggan yang ingin dijemput sampahnya bisa berlangganan pada program RC dan RE. RC sendiri merupakan program penjemputan sampah anorganik secara gratis di daerah Tangerang Selatan (Alam Sutera, Gading Serpong, BSD, Karawaci, dan Bintaro). Penjemputan pelanggan RC akan dilakukan seminggu sekali tanpa pungutan biaya. Sementara itu, RE merupakan program penjemputan sampah anorganik yang hanya dilakukan sekali dan berbayar sejumlah Rp 50.000 di daerah Jakarta.

Pada saat ini Rekosistem menjemput 500 pelanggan aktif yang dijemput 1-2x seminggu oleh Rekosistem. Sementara itu, terdapat 10-11 *driver* (6 *driver* shift 1, dan 5 *driver* shift 2) yang berjalan setiap Senin-Minggu. Shift 1 akan menjemput sampah pada pukul 08.00-17.00, dan shift 2 akan menjemput sampah pada pukul 20.00-05.00. Saat ini setiap hari *driver* mendatangi daerah yang berbeda-beda. Sebagai contoh, pada hari Senin *driver* 1 akan menjalankan rute di Ciputat, dan sebagian Jakarta Selatan, *driver* 2 akan menjalankan rute di Jakarta Selatan, *driver* 3 akan menjalankan rute di Jakarta Barat, dan seterusnya. Sementara itu, pada hari berikutnya, rute yang dilewati oleh *driver* tidak sama dengan hari sebelumnya. Rute akan ditentukan oleh tim *operation*. Rute yang dijalankan setiap minggu kurang lebih akan sama, hanya berbeda pada beberapa pelanggan yang mengatakan tidak ingin dijemput.

Setiap harinya *driver* pada *shift* 1 dapat menjemput 15-21 pelanggan di wilayah Jabodetabek. Setiap pelanggan memiliki jumlah sampah yang berbeda setiap minggunya. Rute yang dijalankan oleh *driver* perlu diperhatikan agar tidak menimbulkan beban kerja yang berlebih, pengeluaran uang yang berlebih (uang bensin, dan tol), dan terbuangnya waktu dari *driver*. Setiap *driver* memiliki

kapasitas maksimal dalam penjemputan, yaitu 21 titik. Hal itu diungkapkan oleh *Team Leader (TL) driver* yang sudah berpengalaman dalam pengangkutan sampah. Jika penjemputan dilakukan lebih dari 21 penjemputan maka kendaraan akan penuh, bahkan tidak cukup. Dengan begitu, pada saat ini tidak ada *driver* yang menjemput lebih dari 21 titik setiap harinya.

Tabel I. 1 Data Penjemputan Sampah *Driver* 1-5

| Hari | Driver | Titik | Jarak (km) | Timbangan (kg) | Waktu (menit) |
|--------|--------|-------|------------|----------------|---------------|
| Senin | 1 | 14 | 74,20 | 86,22 | 336,00 |
| Senin | 2 | 16 | 86,00 | 79,93 | 460,00 |
| Senin | 3 | 18 | 138,90 | 120,84 | 549,00 |
| Senin | 4 | 15 | 108,61 | 84,86 | 476,00 |
| Senin | 5 | 8 | 64,00 | 48,48 | 286,00 |
| Selasa | 1 | 11 | 55,40 | 87,32 | 282,00 |
| Selasa | 2 | 14 | 96,80 | 75,59 | 553,00 |
| Selasa | 3 | 12 | 109,16 | 78,99 | 489,00 |
| Selasa | 4 | 8 | 109,09 | 44,25 | 459,00 |
| Selasa | 5 | 7 | 91,50 | 81,07 | 422,00 |
| Rabu | 1 | 16 | 41,70 | 65,14 | 341,00 |
| Rabu | 2 | 17 | 88,00 | 86,58 | 453,00 |
| Rabu | 3 | 13 | 87,00 | 112,92 | 521,00 |
| Rabu | 4 | 14 | 60,60 | 85,04 | 324,00 |
| Rabu | 5 | 8 | 62,80 | 103,58 | 288,00 |
| Kamis | 1 | 10 | 98,10 | 39,40 | 367,00 |
| Kamis | 2 | 13 | 112,00 | 52,45 | 551,00 |
| Kamis | 3 | 15 | 67,70 | 46,13 | 359,00 |
| Kamis | 4 | 10 | 40,10 | 55,84 | 268,00 |
| Kamis | 5 | 9 | 61,70 | 102,33 | 381,00 |
| Jumat | 1 | 14 | 72,53 | 84,20 | 427,00 |
| Jumat | 2 | 15 | 98,50 | 76,16 | 542,00 |
| Jumat | 3 | 19 | 120,06 | 82,05 | 624,00 |

(lanjut)

Tabel I. 1 Data Penjemputan Sampah *Driver* 1-5 (lanjutan)

| Hari | Driver | Titik | Jarak (km) | Timbangan (kg) | Waktu (menit) |
|-------|--------|-------|------------|----------------|---------------|
| Jumat | 4 | 10 | 79,60 | 52,63 | 286,00 |
| Jumat | 5 | 10 | 132,50 | 105,11 | 562,00 |
| Sabtu | 1 | 8 | 91,20 | 32,65 | 352,00 |
| Sabtu | 2 | 15 | 70,10 | 64,38 | 382,00 |
| Sabtu | 3 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sabtu | 4 | 17 | 58,10 | 79,23 | 327,00 |
| Sabtu | 5 | 6 | 85,40 | 104,34 | 305,00 |

Dapat dilihat pada Tabel I.1 bahwa tidak ada *driver* yang mendapatkan titik hingga 21. Setiap harinya *driver* memiliki jumlah titik, jarak, waktu dan timbangan yang berbeda-beda. Dengan titik yang berbeda-beda, terdapat 2 *driver* yang merasa tidak adil. Setelah dilakukan wawancara, *driver* merasa rute miliknya tidak sebanding dengan rute *driver* lainnya. Dibandingkan dengan *driver* lainnya, kedua *driver* tersebut seringkali pulang lebih larut.

Tabel I. 2 Data Frekuensi Jam Pulang *Driver* 1-5 (Januari 2023)

| Jam Pulang | Jumlah jam pulang <i>driver</i> | | | | |
|---------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Driver 1 | Driver 2 | Driver 3 | Driver 4 | Driver 5 |
| < 15:00 | 8 x | 6 x | 6 x | 8 x | 10 x |
| 15:00 - 17:00 | 14 x | 8 x | 10 x | 12 x | 10 x |
| > 17:00 | 0 x | 8 x | 6 x | 2 x | 2 x |

Terlihat pada Tabel I.2 merupakan frekuensi jam pulang *driver* pada bulan Januari 2023 pada jam kurang dari 15:00, 15:00 hingga 17:00, dan di atas 17:00. Terbukti bahwa *driver* kedua dan ketiga merupakan *driver* yang sering pulang di atas jam 17:00. Salah satu dari 2 *driver* juga merasa rutanya memiliki titik terbanyak dibandingkan dengan yang lainnya. Untuk memperkuat keluhan tersebut, maka dilakukan perhitungan rata-rata titik, jarak, dan timbangan dari tiap *driver*.

Tabel I. 3 Data Rata-rata Penjemputan Sampah oleh *Driver*

| Driver | Rata-rata titik | Rata-rata waktu | Rata-rata timbangan |
|--------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 12,17 | 350,83 | 65,82 |

(lanjut)

Tabel I. 3 Data Rata-rata Penjemputan Sampah oleh *Driver* (lanjutan)

| Driver | Rata-rata titik | Rata-rata waktu | Rata-rata timbangan |
|--------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 2 | 15,00 | 490,17 | 72,51 |
| 3 | 12,83 | 508,40 | 73,49 |
| 4 | 12,33 | 356,67 | 66,97 |
| 5 | 8,00 | 374,00 | 90,82 |

Terlihat pada Tabel I.3 bahwa *driver* kedua memiliki titik tertinggi, waktu kedua tertinggi, dan timbangan ketiga tertinggi. Sementara itu, *driver* ketiga memiliki titik kedua tertinggi, waktu tertinggi, dan timbangan kedua tertinggi. Dapat terlihat bahwa *driver* kelima memiliki timbangan yang cukup besar dibandingkan *driver* lain. Hal itu dikarenakan pada saat ini *driver* kelima dikhususkan untuk menjemput sampah bisnis dan beberapa sampah rumah. Untuk mempermudah penilaian, maka akan dilakukan perhitungan bobot beban kerja *driver* dengan faktor titik, waktu, timbangan, dan frekuensi jam pulang larut dari tabel 2 dan 3. *Driver* dengan beban kerja tertinggi pada setiap faktor akan mendapatkan bobot 5. *Driver* dengan beban kerja kedua tertinggi akan mendapatkan bobot 4, dan seterusnya. Sehingga, semakin besar bobot yang dimiliki *driver*, semakin besar beban kerja yang dirasakan oleh *driver*.

Tabel I. 4 Data Ranking Bobot Beban Kerja Driver 1-5

| Driver | Jumlah bobot |
|--------|--------------|
| 1 | 5 |
| 2 | 17 |
| 3 | 17 |
| 4 | 9 |
| 5 | 12 |

Terlihat pada Tabel I.4 bahwa *driver* ketiga dan kedua mendapatkan peringkat tertinggi dengan beban kerja terbesar (karena memiliki bobot terkecil), diikuti oleh *driver* kelima, dan seterusnya. Perbedaan skor yang dimiliki antara *driver* ketiga dan kedua dengan *driver* lainnya cukup besar. *Driver* ketiga dan kedua memiliki bobot beban kerja diatas 15, sedangkan *driver* lain memiliki bobot dibawah 15. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa *driver* ketiga dan kedua

memiliki beban kerja tertinggi dibandingkan *driver* lain. Dengan perbedaan bobot, terlihat adanya ketidakseimbangan beban kerja antara satu *driver* dengan yang lain. Dengan adanya data-data dan juga wawancara yang dilakukan maka diperlukan rute baru yang lebih optimal dan juga membagi rata titik, jarak, maupun timbangan dari *driver*.

Rute yang sekarang dijalankan oleh *driver* merupakan rute yang dibuat pada tahun 2020 ketika Repick-up rumah pertama kali dijalankan. Rute ini dibuat dengan bantuan aplikasi bernama *Optimo Route*. Rute tidak pernah diperhitungkan ulang, hanya ditambahkan atau dikurangi sesuai pelanggan yang bertambah maupun berkurang. Perombakan rute tidak pernah dilakukan karena tidak dirasa dibutuhkan pada saat itu. Namun, dengan wawancara, dan data yang disediakan maka saat ini diperlukan adanya perombakan rute *driver-driver*. Perombakan rute bisa saja dilaksanakan menggunakan aplikasi *Optimo Route*, namun aplikasi tersebut tidak mempertimbangkan timbangan / kapasitas *driver* dalam pengangkutan.

Permasalahan penentuan rute dengan melibatkan kendaraan untuk mendistribusikan barang yang bersumber dari depot untuk didistribusikan kepada pelanggan dengan tujuan untuk mendapatkan minimasi jarak, penggunaan kendaraan dan waktu pendistribusian yang minimal disebut *Vehicle Routing Problem (VRP)* (Singer,2008). Namun, pada realitanya, Rekosistem memiliki kapasitas dalam penjemputan sampah. Dengan begitu, metode yang lebih tepat merupakan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. *CVRP* adalah permasalahan yang terkait dengan menentukan rute optimal dari sejumlah kendaraan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan – pelanggan dengan batasan tertentu (Kumar & Panneerselvam, 2012). Tujuan penyelesaian permasalahan *CVRP* adalah untuk meminimasi total jarak yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan semua pelanggan (Toth dan Vigo, 2002). *CVRP* merupakan salah satu variasi dari *VRP*. Pengerjaan *CVRP* akan dilakukan dengan menggunakan algoritma *Clarke and Wright*. Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, dapat dirumuskan masalah yang perlu diteliti adalah

“Bagaimana rute penjemputan sampah yang menyeimbangkan beban antar *driver* Rekosistem?”

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Dalam mendukung keberlangsungan penelitian diperlukan suatu Batasan. Batasan memiliki kegunaan agar penelitian lebih terarah. Berikut merupakan batasan-batasan dari penelitian:

1. Penelitian dilakukan hanya untuk *driver* pada *shift 1* dikarenakan tidak didapati keluhan dari *driver-driver shift 2*.
2. Data yang digunakan merupakan data pelanggan Repick-up Rumah dan Bisnis pada Januari 2023.
3. Perubahan rute hanya akan dilakukan dalam satu hari, sehingga tidak ada pelanggan yang berpindah hari.

Selain digunakannya batasan, dalam penelitian juga diperlukan suatu asumsi. Asumsi digunakan untuk membenarkan dasar atau landasan dalam berpikir untuk menghadapi hal-hal yang tidak diduga atau diinginkan. Berikut merupakan asumsi-asumsi dari penelitian:

1. Semua *driver* pada *shift 1* memiliki tanggung jawab yang sama (Repick-up Bisnis pada siang hari akan dibagi kepada tiap *driver*).
2. Semua *driver* pada *shift 1* memiliki kapasitas kendaraan yang sama.
3. Jarak antara dua titik yang berbeda terhitung sama, tidak peduli dalam urutan mana titik-titik tersebut dinyatakan.
4. Tidak terjadi *force majeure* atau hal-hal yang tidak diinginkan yang dapat mengganggu perjalanan *driver*.

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan suatu tujuan penelitian. Tujuan penelitian memiliki kegunaan untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Tujuan dari penelitian ini merupakan penentuan rute penjemputan sampah yang menyeimbangkan beban antar *driver* Rekosistem.

I.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian yang dilakukan akan memperoleh suatu manfaat yang dapat diaplikasikan ataupun menjadi informasi tertentu. Manfaat dari penelitian ini dapat diberikan kepada yang berkepentingan yaitu Rekosistem dan

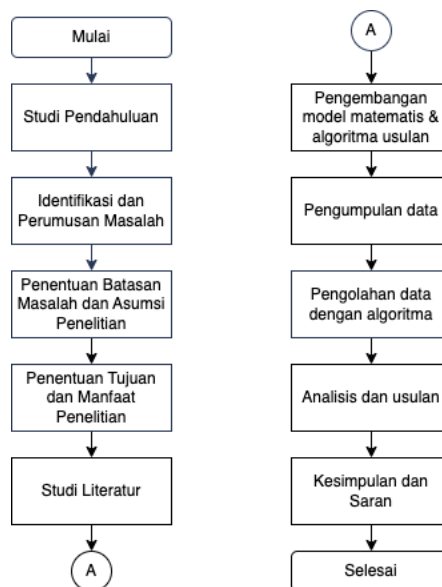
pengembangan dalam keilmuan. Berikut merupakan manfaat dari penelitian bagi Rekosistem :

1. Mendapatkan analisis dan evaluasi dari rute penjemputan sampah program Repick-up yang selama ini dijalankan
2. Mengetahui metode yang dapat menyeimbangkan beban antar *driver* Rekosistem sehingga dapat mengurangi keluhan dari *driver*.

Sementara itu, manfaat juga didapatkan bagi pembaca, yaitu menambahkan wawasan terkait pencarian rute optimal pada masalah *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan menggunakan Algoritma *Clarke and Wright*.

I.6 Metodologi Penelitian

Setelah melakukan observasi atau pengamatan untuk penelitian, langkah selanjutnya adalah penetapan dari metode penelitian. Metodologi penelitian akan terdiri dari beberapa tahapan dalam pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian akan disajikan dalam bentuk *flowchart* untuk membantu agar alur dari pelaksanaan penelitian dapat lebih mudah dipahami. Berikut merupakan metodologi penelitian ini.



Gambar I. 2 Metodologi Penelitian

1. Studi Pendahuluan

Kegiatan studi pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi pada perusahaan. Studi pendahuluan ini dilakukan dengan melakukan

pengamatan, dan wawancara kepada pihak-pihak yang terlibat. Pengamatan yang dilakukan merupakan pembelajaran lebih dalam mengenai perusahaan Rekosistem, program yang akan diteliti (Repick-up), dan juga rute yang sedang dijalankan. Sementara itu, wawancara dilakukan kepada pihak-pihak yang terlibat, yaitu *Vice President of Operations*, *Team Leader driver*, dan seluruh *driver* pada *shift1*.

2. Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan agar dapat mengetahui permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut, terkhususnya rute program Repick-up pada *shift 1*. Identifikasi ini dilakukan dengan metode wawancara lebih dalam mengenai rute kepada *driver*, dan mengumpulkan data-data yang ada mengenai rute perjalanan *driver*. Setelah mengidentifikasi masalah yang ada, ditemukan rumusan masalah. Perumusan masalah dibuat dalam bentuk kata tanya yang jawabannya akan menjadi solusi dari masalah yang ada.

3. Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penentuan tujuan dilakukan agar dapat menjawab rumusan masalah. Oleh karena itu, tujuan ini dilakukan dengan berdasarkan perumusan masalah. Pada manfaat penelitian akan berisikan pihak-pihak yang nantinya akan memperoleh manfaat dari penelitian ini. Pihak yang memperoleh manfaat adalah pihak perusahaan dan pihak pembaca.

4. Penentuan Batasan dan Asumsi

Penentuan batasan dan asumsi dilakukan agar penelitian ini dapat memfokuskan pada suatu permasalahan dan mengetahui cakupan lingkup penelitian pada perusahaan ini.

5. Studi Literatur

Pada bagian studi literatur ini akan berisikan dasar-dasar teori akan permasalahan-permasalahan yang akan dibahas. Dengan studi literatur diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada dengan teori yang diberikan oleh jurnal, para ahli, dan buku-buku pendukung. Studi literatur akan dilakukan terhadap masalah, dan metode yang akan digunakan seperti *Capacitated Vehicle Routing Problem*.

6. Pengembangan Model Matematis dan Algoritma

Pada bagian ini, akan dilakukan pengembangan model matematis dan algoritma. Model matematis yang digunakan merupakan CVRP, dengan menggunakan

algoritma Clarke and Wright untuk penyelesaiannya. Model matematis, dan algoritma akan dilakukan beberapa modifikasi. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan metode dengan realita yang dialami perusahaan saat ini.

7. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan agar dapat membantu pemecahan masalah karena nantinya data-data tersebut yang diolah untuk diperoleh solusinya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi dokumen. Studi dokumen ini dilakukan dengan melihat dokumen-dokumen yang dimiliki perusahaan dan berkaitan dengan permasalahan yang ada. Dokumen akan berisikan jumlah pelanggan, jumlah *driver* yang berjalan, lokasi alamat pelanggan, dan dokumen-dokumen lain yang berkaitan dengan penyelesaian masalah yang ada.

8. Pengolahan data

Dengan model yang telah dibuat dan melewati tahap verifikasi, juga valid. Selanjutnya akan dilakukan penyelesaian kasus nyata. Data-data yang sudah dikumpulkan akan diproses dalam model sehingga menghasilkan solusi terhadap masalah yang ada.

9. Analisis Hasil Perbaikan

Analisis akan berisikan deskripsi mengenai pengolahan data yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji berdasarkan teori dan realitanya. Pada tahap ini juga akan dijelaskan mengenai pertimbangan atas pilihan yang dilakukan pada tahap pengolahan data.

10. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian kesimpulan akan berisikan jawaban akan tujuan penelitian yang telah di tentukan. Pada bagian saran akan berisikan masukan yang ditujukan kepada pembaca dan peneliti lainnya agar penelitian lain dapat dilakukan dengan lebih baik.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada sub bab ini akan dijelaskan terkait sistematika penulisan dari penelitian ini. Laporan penelitian akan dijelaskan dan dijabarkan dalam lima bab, yang terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, pengembangan dan penerapan model usulan, analisis, dan kesimpulan dan saran. Berikut merupakan penjelasan singkat dari masing-masing bab yang ada dalam penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tujuh subbab, yaitu latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, batasan dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan. Dengan begitu, bab ini akan menjelaskan apa masalah yang akan diteliti. Setelah itu akan ditentukan apa tujuan dari penelitian. Bab ini merupakan landasan dasar atas penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tiga subbab yaitu, penjelasan mengenai *Vehicle Routing Problem (VRP)*, *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, dan metode penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. Dalam metode penyelesaian CVRP akan dijelaskan studi literatur mengenai algoritma *Clarke and Wright*. Sesuai dengan namanya, pada bab ini akan dijelaskan secara teoritis mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penelitian, yaitu subbab-subbab yang telah disebutkan. Teori tersebut dapat membantu peneliti dalam pengembangan dan penerapan metode usulan, serta analisis.

BAB III PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN MODEL USULAN

Bab ini berisikan 4 subbab yaitu pengembangan model matematis, pengembangan algoritma *Clarke and Wright*, pengumpulan data, dan penerapan algoritma *Clarke and Wright* usulan. Pada subbab pertama dan kedua akan dijelaskan mengenai model matematis, dan algoritma *Clarke and Wright* yang telah dikembangkan sesuai dengan kondisi realita. Sementara itu, pada subbab pengumpulan data, sesuai dengan namanya, akan dilakukan pengumpulan data-data yang akan digunakan pada pengolahan data atau penerapan model. Sementara itu, pada subbab terakhir, akan dilakukan pengolahan data dengan menerapkan data-data yang telah dikumpulkan pada algoritma *Clarke and Wright* yang sudah di modifikasi.

BAB IV ANALISIS

Bab ini berisi penjelasan tentang analisis hasil perbaikan yang dilakukan. Analisis akan membahas mengenai analisis kondisi kasus perusahaan, analisis metode usulan, dan analisis hasil rute kendaraan. Pada subbab ini akan dijelaskan alasan pemilihan yang dilakukan dalam penelitian, perubahan-perubahan, serta hasil dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan dua subbab yaitu, kesimpulan dan saran. Sesuai dengan namanya, pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian. Saran akan ditujukan untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang relevan