

TESIS

Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan

" Analysis of The Impact of Decreased Service Time at Bantargebang Integrated Waste Disposal Site (IWDS) Towards The Environment "



RISTRI WIDYASWORO

P032222010



PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan
Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan**

RISTRI WIDYASWORO

P032222010



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**Analysis of The Impact of Decreased Service Time at Bantargebang
Integrated Waste Disposal Site (IWDS) Towards The Environment**

RISTRI WIDYASWORO

P032222010



ENVIRONMENTAL MANAGEMENT STUDY PROGRAM

GRADUATE SCHOOL

HASANUDDIN UNIVERSITAS

MAKASSAR, INDONESIA

2024

**Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan
Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan Diajukan oleh

RISTRI WIDYASWORDO

P032222010

Kepada

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

**Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan
Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan**

RISTRI WIDYASWORO

P032222010

telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 26 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

**Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup
Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar**

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Muh. Farid Samawi., M.Si
NIP. 196508101991031006

Prof. Dr. Ir. Eymal B. Demmallino., M.Si
NIP. 196408151990021001

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Dr. Ir. Muh. Farid Samawi., M.Si
NIP. 196508101991031006



Prof. dr. Buddu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed.
NIP. 19667231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul "Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing yaitu Dr. Ir. Muh. Farid Samawi., M.Si sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Eymal B. Demmallino., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di African Journal of Biological Sciences (ISSN: 2663-2187) sebagai artikel dengan judul "The Public Perception of the waste Collection System: A review", DOI: 10.48047/AFJBS.6.Si4.2024.1013-1020. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar,





Ristri Widyasworo
NIM. P032222010

ABSTRAK

RISTRI WIDYASWORO. **Analisis Dampak Penurunan Waktu Pelayanan di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu Bantargebang Terhadap Lingkungan** (dibimbing oleh Muhammad Farid Samawi dan Eymal B. Demmallino)

Latar belakang. Antrian truk pengangkut sampah berpotensi menghasilkan emisi yang dapat mempengaruhi kualitas udara. Menurunnya kualitas udara berpengaruh pada kesehatan dan memberikan dampak sosial berupa perubahan persepsi dan sikap masyarakat sehingga dibutuhkan strategi peningkatan pelayanan internal TPST Bantargebang untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan menganalisis penurunan waktu pelayanan dan penurunan kualitas udara di jalan akses TPST Bantargebang akibat terganggunya alur pelayanan pembongkaran sampah, menganalisis dampak sosial berupa persepsi dan sikap masyarakat akibat terganggunya alur pelayanan di TPST Bantargebang serta merekomendasikan strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang. **Metode.** Metode yang digunakan yaitu metode campuran diantaranya metode kuantitatif dan kualitatif. Data yang dianalisis pada penelitian ini diantaranya antrian truk, kinerja ruas jalan, waktu pelayanan, volume, kapasitas dan kecepatan truk, kualitas udara, emisi truk pengangkut sampah, persepsi dan sikap masyarakat. **Hasil.** Volume tertinggi truk pengangkut sampah yang menuju dan meninggalkan lokasi terjadi pada pagi hari dengan jam puncak pada 8.30-9.30 WIB. Hasil pemodelan Vissim menunjukkan bahwa kinerja jaringan kondisi 5 zona aktif lebih baik dibandingkan dengan kondisi 3 zona aktif pembuangan sampah baik sebelum penanganan maupun setelah penanganan. Hasil pengukuran kualitas udara serta emisi menunjukkan bahwa memenuhi baku mutu mengacu pada PP RI No. 22 Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 8 Tahun 2023 kontribusi emisi tertinggi truk parameter CO terhadap kualitas udara ambien di pintu masuk TPST Bantargebang pada kondisi 3 zona aktif tanpa penanganan sebesar 11,9%. Terkait persepsi dan sikap masyarakat, mayoritas responden menjawab kualitas udara dalam kondisi "biasa saja". **Kesimpulan.** Kondisi volume truk pengangkut sampah, tingkat pelayanan, waktu pelayanan dan panjang antrian pada kondisi 5 zona aktif pembuangan sampah lebih baik dibandingkan saat kondisi hanya 3 zona yang aktif maupun 3 zona aktif dengan penanganan. Begitu pula dengan kontribusi emisi truk pada kualitas udara yang lebih kecil pada kondisi 5 zona aktif. Persepsi masyarakat terhadap lalu lintas dan kualitas udara di TPST Bantargebang cukup baik. Strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang diantaranya menerapkan kondisi 5 zona aktif, memperbaiki sirkulasi truk serta meniadakan antrian truk, perbaikan jalan, antisipasi timbulnya longsor, dan meningkatkan regulasi dan pengawasan.

Kata kunci: waktu pelayanan; pembuangan, sampah, lingkungan, Bantargebang;



 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua Dekretaris.
Tanggal : _____	

ABSTRACT

RISTRI WIDYASWORO. **Analysis of The Impact of Decreased Service Time at Bantargebang Integrated Waste Disposal Site (IWDS) Towards The Environment** (supervised by Muhammad Farid Samawi and Eymal B. Demmallino).

Background. Queuing garbage trucks have the potential to produce emissions that can adversely affect air quality. Decreased air quality affects health and has social impact in the form of changes in public perceptions and attitudes so that strategies are needed to improve the internal services of IWDS Bantargebang to overcome the problems that occur. **Objective.** This study aims to analyse the decrease in service time and air quality on the IWDS Bantargebang access road due to disruption of the waste unloading service flow, analyse the social impact in the form of community perceptions and attitudes due to disruption of the service flow at IWDS Bantargebang and recommend strategies to improve the service time of IWDS Bantargebang. **Method.** The method used is a mixed method including quantitative and qualitative methods. The data analysed in this study included truck queues, road section performance, service time, truck volume, capacity and speed, air quality, waste truck emissions, community perceptions and attitudes. **Results.** The highest volume of garbage trucks heading to and leaving the site occurs in the morning with peak hours at 8:30-9:30 am. The results of Vissim modelling show that the performance of 5 active zone condition is better than 3 active zones of waste disposal both before and after handling. The results of air quality measurements and emissions show that they meet the quality standards referring to the Government Regulation of the Republic of Indonesia No. 22 of 2021 and the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia No. 8 of 2023. The highest emission contribution of the CO parameter truck to ambient air quality at the IWDS Bantargebang entrance in the condition of 3 active zones without handling is 11.9%. Regarding public perceptions and attitudes, most respondents answered that air quality was "normal". **Conclusions.** The conditions of waste truck volume, level of service, service time and queue length under the condition of 5 active waste disposal zones are better than when only 3 zones are active or 3 active zones with treatment. Similarly, the contribution of truck emissions to air quality is smaller under the 5 active zones condition. Public perception of traffic and air quality at IWDS Bantargebang is moderately favourable. Strategies to increase the service time of IWDS Bantargebang include implementing the condition of 5 active zones, improving truck circulation and eliminating truck queues, improving roads, anticipating landslides, and increasing regulation and supervision.

Keywords: service time; disposal, waste, environment, Bantargebang

 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris.
Tanggal : _____	

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Kerangka Berpikir	4
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	6
BAB II METODE PENELITIAN.....	7
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	7
2.2 Sumber Data.....	8
2.3 Metode Pengambilan Data	9
2.3.1. Metode Pengambilan Data Primer.....	9
2.3.2. Metode Pengambilan Data Sekunder	17
2.4 Metode Analisis Data	18
2.4.1. Perhitungan Lalu Lintas.....	18
2.4.2. Perhitungan kualitas udara dan emisi truk pengangkut sampah.....	25
2.4.3. Persepsi dan sikap masyarakat.....	26
2.4.4. Strategi peningkatan waktu pelayanan	26
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	27
3.1 Hasil Penelitian	27

3.1.1. Zona pembuangan sampah TPST Bantargebang	27
3.1.2. Kondisi sekitar area TPST Bantargebang	29
3.1.3. Volume lalu lintas saat survei	39
3.1.4. Kualitas Udara di Kawasan TPST Bantargebang	51
3.1.5. Persepsi dan sikap masyarakat.....	54
3.2. Pembahasan.....	66
3.2.1. Penurunan waktu pelayanan dan kualitas udara di kawasan TPST Bantargebang	66
3.2.2. Persepsi dan sikap masyarakat.....	76
3.2.3. Strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang.....	86
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	88
4.1 Kesimpulan.....	88
4.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN.....	92
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	105

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1.	Metode pengumpulan dan analisa data kualitas udara ambien12
2.	Metode pengumpulan dan analisa data emisi truk12
3.	Kapasitas Dasar, C_021
4.	Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur, FC_{LJ}21
5.	Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah pada Tipe Jalan Tak Terbagi, FC_{PA}22
6.	Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan yang Memiliki Bahu Jalan, FC_{HS}23
7.	Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota, FC_{UK}23
8.	Data ruas Jalan Pangkalan 529
9.	Data ruas jalan akses zona 1 & 530
10.	Data ruas Jalan Jalak Bali 331
11.	Data ruas Jalan Lingkar Bambu32
12.	Data ruas Jalan Pangkalan 634
13.	Volume Lalu Lintas jl Pangkalan 5 (Timur-Barat)40
14.	Volume Lalu Lintas Jl. Pangkalan 5 (Barat – Timur).....42
15.	Rekapitulasi Hasil Survei Traffic Counting Truk Pengangkut Sampah 8 Maret 202444
16.	Volume lalu lintas jam puncak pada 1 Maret 202347
17.	Hasil pengukuran kualitas udara52
18.	Hasil pengukuran emisi truk pengangkut sampah.....53
19.	Identitas responden54
20.	Kebisingan Kawasan TPST Bantargebang Periode 2021 – 202358
21.	Kebauan Kawasan TPST Bantargebang Periode 2021 – 2023 (Amoniak dan Hidrogen Sulfida)60
22.	Volume truk dan prosentase hasil survei di TPST Bantargebang66
23.	Volume lalu lintas jam puncak truk di TPST Bantargebang66
24.	Rekapitulasi volume lalu lintas jam puncak TPST Bantargebang67
25.	Jumlah rata-rata truk dalam antrian dan panjang antrian TPST Bantargebang pada 3 zona aktif.....68
26.	Jumlah rata-rata truk dalam antrian dan panjang antrian TPST Bantargebang pada 5 zona aktif.....69
27.	Kapasitas Ruas Jalan70
28.	Kinerja Ruas Jalan.....70
29.	Uji Geoffrey E. Havers (GEH) pada volume arus lalu lintas.....71
30.	Kinerja jaringan jalan di TPST Bantargebang71
31.	Kontribusi emisi (CO) truk pengangkut sampah terhadap udara ambien TPST Bantargebang75

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.	Diagram Kerangka Berpikir Penelitian5
2.	Peta lokasi penelitian di kawasan TPST Bantargebang7
3.	Perlengkapan survei inventaris jalan9
4.	Stopwatch.....10
5.	Komponen alat Gas Analyzer14
6.	Komponen alat Opacity Meter15
7.	Penimbangan di pintu masuk dan pintu keluar TPST Bantargebang17
8.	Alur pelayanan TPST Bantargebang19
9.	Langkah-langkah pengoperasian Vissim24
11.	Peta lokasi penelitian di kawasan TPST Bantargebang27
10.	Kondisi di zona aktif pembuangan sampah.....27
12.	Visualisasi dan lokasi fasilitas TPST Bantargebang28
13.	Visualisasi kondisi ruas jalan kawasan TPST Bantargebang.....28
14.	Potongan melintang ruas Jalan Pangkalan 5.....30
15.	Kondisi Ruas Jalan Pangkalan 5.....30
16.	Potongan melintang ruas jalan akses zona 1 & 531
17.	Kondisi ruas jalan akses zona 1 & 531
18.	Potongan melintang ruas Jalan Jalak Bali 332
19.	Kondisi ruas Jalan Jalak Bali 3.....32
20.	Potongan melintang ruas Jalan Lingkar Bambu.....33
21.	Kondisi ruas Jalan Lingkar Bambu33
22.	Potongan melintang ruas Jalan Pangkalan 6.....34
23.	Kondisi ruas Jalan Pangkalan 634
24.	Titik simpang area TPST Bantargebang35
25.	Visualisasi simpang titik A36
26.	Geometrik visualisasi simpang titik A.....36
27.	Visualisasi simpang titik B37
28.	Geometrik visualisasi simpang titik B.....37
29.	Visualisasi simpang titik C.....37
30.	Geometrik visualisasi simpang titik C38
31.	Visualisasi simpang titik D.....38
32.	Geometrik visualisasi simpang titik D38
33.	Visualisasi simpang area TPST Bantargebang39
34.	Fluktuasi truk hasil survei 8 Maret 2024 di TPST Bantargebang46
35.	Data ritase dan tonase truk pengangkut sampah tahun 202346
36.	Diagram persentase identitas responden57
37.	Persepsi masyarakat terkait kualitas udara.....57
38.	Persepsi masyarakat terkait kondisi kebisingan.....58
39.	Grafik kebisingan periode 2021 – 202359
40.	Persepsi masyarakat terkait kondisi kebauan59
41.	Grafik kebauan periode tahun 2021 – 2023.....61

42. Sumber polusi udara terbesar	61
43. Persepsi masyarakat terhadap lalu lintas	63
44. Persepsi masyarakat terhadap kesehatan yang ditimbulkan oleh polusi udara	65
45. Proporsi truk di TPST Bantargebang	66
46. Simulasi pemodelan VISSIM pada kondisi 5 zona aktif.....	72
47. Simulasi pemodelan VISSIM pada kondisi 3 zona aktif tanpa upaya penanganan.....	72
48. Simulasi pemodelan VISSIM pada kondisi 3 zona aktif dengan upaya penanganan.....	73
49. Hasil pemantauan kualitas udara ambien pada gerbang masuk TPST Bantargebang	75
50. Skema proses terbentuknya persepsi	77
51. Skema proses persepsi masyarakat terhadap dampak penurunan waktu pelayanan di TPST Bantargebang pada lingkungan	78
52. Grafik persepsi masyarakat terhadap dampak yang dirasakan kegiatan TPST Bantargebang tahun 2021	84
53. Grafik persepsi masyarakat terhadap dampak yang dirasakan kegiatan TPST Bantargebang tahun 2022.....	84
54. Grafik persepsi masyarakat terhadap dampak yang dirasakan kegiatan TPST Bantargebang tahun 2023.....	84
55. Skema faktor yang memengaruhi persepsi masyarakat terhadap penurunan kapasitas pelayanan internal akibat pengangkutan sampah di TPST Bantargebang	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk di DKI Jakarta telah menyebabkan terjadinya peningkatan volume sampah setiap tahunnya. Pada tahun 2022, jumlah penduduk DKI Jakarta mencapai 10,68 juta penduduk dengan produksi sampah mencapai ± 8.500 ton per hari (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta, 2023). Sampah yang dihasilkan setiap harinya dapat dikelola dan habis pada tingkat masyarakat (bank sampah dan TPS) sebesar ± 957 ton per hari, sedangkan sisa sampah yang dihasilkan sebesar ± 7.543 ton per hari diangkut menuju Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang yang terletak di Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, 2023) agar tidak menimbulkan resiko pencemaran lingkungan dan peningkatan resiko penyakit menular serta merusak estetika lingkungan. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang merupakan tempat pemrosesan sampah yang bersumber dari Provinsi DKI Jakarta dan satu-satunya tempat pemrosesan akhir yang dimiliki oleh Pemda Provinsi DKI Jakarta saat ini sesuai perjanjian kerja sama antara Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dengan Pemerintah Kota Bekasi dalam Perjanjian Perubahan (Addendum) Perjanjian Kerjasama antara Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dengan Pemerintah Kota Bekasi Nomor 19 Tahun 2021 dan Nomor 160 Tahun 2021 tentang Peningkatan Pemanfaatan Lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah menjadi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang Kota Bekasi. Di TPST Bantargebang terdapat 5 zona pembongkaran sampah yang beroperasi setiap harinya dengan ketinggian tumpukan sampah rata-rata setiap zona mencapai 25 meter. Sampah Provinsi DKI Jakarta sebesar ± 7.543 ton per hari diangkut oleh truk pengangkut sampah dengan jumlah *ritase* ke TPST Bantargebang mencapai 1.200 truk/hari (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, 2023).

Peningkatan jumlah sampah yang diangkut perlu diimbangi dengan pengelolaan sampah yang baik, salah satunya yaitu dengan tersedianya armada pengangkut sampah yang mencukupi serta pola pengangkutan serta pembongkaran sampah yang baik. Sistem angkutan sampah terdiri dari kegiatan mengumpulkan dan mengangkut limbah dari sumber ke titik pengumpulan sementara dengan titik akhir menuju pembuangan akhir (Aminuddin et al. (2020) dalam (Ilonka & Handayani, 2022)). Banyaknya truk pengangkut sampah yang dapat dilayani TPST Bantargebang dalam aktivitas pembongkaran sampah di zona aktif pembongkaran sampah menjadi sebuah isu yang perlu diperhatikan oleh Unit Pengelola Sampah Terpadu (UPST) agar tidak menimbulkan antrian truk pengangkut sampah. Tingkat pelayanan (kualitas pelayanan) TPST Bantargebang ditentukan dari banyaknya truk pengangkut sampah yang dapat dilayani oleh TPST Bantargebang dalam aktivitas pembongkaran sampah pada zona aktif pembongkaran sampah dimulai dari pintu masuk kawasan TPST Bantargebang, aktivitas penimbangan awal di jembatan

timbang, perjalanan menuju zona aktif pembongkaran sampah, aktivitas pembongkaran sampah di zona aktif pembongkaran, pencucian truk pengangkut sampah, penimbangan akhir di jembatan timbang dan keluar dari kawasan TPST Bantargebang pada satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan truk/jam.

Waktu pelayanan adalah waktu yang dibutuhkan oleh TPST Bantargebang untuk dapat melayani satu truk pengangkut sampah dalam aktivitas pembongkaran sampah di zona aktif pembongkaran sampah mulai dari pintu masuk hingga pintu keluar TPST Bantargebang, dinyatakan dalam satuan menit/truk (Tamin, 2019). Apabila tingkat permintaan pelayanan lebih besar dari tingkat kemampuan fasilitas dalam memberikan pelayanan, maka berpotensi terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang (tidak terhingga). Waktu operasional pelayanan truk pengangkut sampah yang masuk TPST Bantargebang berlangsung setiap hari (Senin – Minggu) dengan jam kerja selama 24 jam yang terbagi dalam 3 shift pelayanan yaitu shift 1 (jam 00.00 – jam 8.00), shift 2 (jam 8.00 – jam 16.00) dan shift 3 (jam 16.00 – jam 24.00) dimana sumber sampah berasal dari 6 kota administrasi di provinsi DKI Jakarta yaitu Jakarta Timur, Jakarta Selatan, Jakarta Barat, Jakarta Pusat dan Kepulauan Seribu. Truk pengangkut sampah dengan kapasitas tonase yang beragam bergerak menuju zona aktif untuk pembongkaran sampah secara silih berganti. Jumlah ritase truk yang tinggi berpotensi menimbulkan hambatan dalam pelayanan pembongkaran sampah berupa antrian truk pengangkut sampah di pintu masuk dan pintu keluar, serta alur sirkulasi di TPST Bantargebang.

Kegiatan pembongkaran sampah tanpa upaya strategi peningkatan waktu pelayanan berpotensi menimbulkan gangguan dalam proses pergerakan arus truk berupa terjadinya antrian truk pengangkut sampah karena tingkat permintaan pelayanan yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat kemampuan fasilitas dalam memberikan layanan. Antrian truk berpotensi mengakibatkan permasalahan pada pengemudi truk pengangkut sampah (dalam bentuk waktu antrian) maupun pengelola (dalam bentuk panjang antrian). Waktu menunggu selama proses mengantri menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengemudi truk pengangkut sampah sedangkan bagi pengelola TPST Bantargebang yaitu antrian truk yang terlalu panjang akan menambah permasalahan baru berupa terganggunya sistem pergerakan arus lalu lintas lainnya.

Antrian truk pengangkut sampah berpotensi menghasilkan emisi yang dapat mempengaruhi kualitas udara. Menurunnya kualitas udara berpengaruh pada kesehatan dan memberikan dampak sosial berupa perubahan persepsi dan sikap masyarakat. Efek pencemaran udara dari parameter karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan keracunan CO, perubahan tekanan darah dan mengganggu fungsi kerja otot pada orang yang mengidap penyakit jantung. Begitu pula dengan hidrokarbon yang dapat membentuk *Plycyclic Aromatic Hidrocarbon* (PAH) yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan pernafasan dan membentuk sel kanker (Zulaihah, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa akibat keberadaan angkutan sampah di TPA Putri Cempo, terjadi penurunan kinerja jalan Pelangi Raya hingga 28,24% dan Jalan Mayor Ahmad penurunan kinerja jalan hingga 0,67% (Ilonka *et al.*, 2022). Di sisi lain menurut Ramadhanti *et al.* (2021), dampak pengumpulan dan pengangkutan sampah berdampak pada peningkatan kebisingan, timbulnya cecceran sampah dan kerusakan jalan. Keberadaan persimpangan bersamaan dengan volume lalu lintas yang tinggi berkontribusi pada tingginya emisi yang tinggi karena kendaraan mengalami perlambatan dan percepatan serta polutan utama yang dihasilkan berupa SO_x, NO_x, CO, dan CO₂. (Mansour & Aljamil, 2022). Kemacetan lalu lintas meningkatkan emisi kendaraan dan menurunkan kualitas udara ambien, dan penelitian terbaru menunjukkan adanya morbiditas dan mortalitas yang berlebihan bagi pengemudi, komuter, dan masyarakat yang tinggal di sekitar jalan raya (Zhang & Batterman, 2013).

Berdasarkan kondisi di atas, salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan terjadinya antrian truk pengangkut sampah adalah dengan strategi peningkatan pelayanan internal TPST Bantargebang. Hal ini sejalan dengan penelitian Andrian *et al.* (2020) menyatakan bahwa optimalisasi sistem pengangkutan sampah dapat berpotensi mengurangi jumlah emisi yang dihasilkan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait analisis dampak penurunan waktu pelayanan TPST Bantargebang sebagai upaya dalam menyusun strategi peningkatan pelayanan TPST Bantargebang.

1.2 Rumusan Masalah

Peningkatan volume sampah yang dihasilkan di DKI Jakarta memerlukan pengelolaan sampah yang optimal dengan mempertimbangkan daya dukung dan daya tampung TPST Bantargebang yang semakin menurun. Sistem pengangkutan sampah menuju lahan pembuangan akhir menjadi salah satu isu yang perlu diperhatikan untuk mendukung sistem pengelolaan sampah. Pola pengangkutan sampah perlu dioptimalisasi agar tidak timbul permasalahan yang berdampak negatif baik pada arus lalu lintas maupun lingkungan. Proses pembongkaran sampah dari truk ke titik buang dilakukan secara estafet menggunakan alat berat, selanjutnya dilakukan pemadatan sampah dan diakhiri dengan penutupan tanah setinggi +- 30 cm. Alat berat yang dioperasikan TPST Bantargebang terdiri dari *Excavator* standar 63 unit, *Excavator Long Arm* 4 unit, *Bulldozer* 26 unit, *Wheel Loader* 10 unit dan *Refuse Compactor* 5 unit. Permasalahan eksisting yang dihadapi yaitu terdapat antrian truk pengangkut sampah saat akan melakukan pembongkaran sampah ke zona aktif di kawasan TPST Bantargebang, yang disebabkan oleh tidak berfungsinya salah satu atau beberapa zona pembongkaran sampah karena terjadi *force majeure* seperti terjadinya longsor sampah, kebakaran, perkerasan jalan yang mengalami kerusakan serta kegiatan *maintenance* fasilitas di area internal TPST Bantargebang. Volume truk pengangkut sampah yang lebih besar dari kapasitas pelayanan pembongkaran sampah persatuan waktu di Kawasan TPST Bantargebang juga menyebabkan menurunnya waktu pelayanan jalan internal.

Antrian truk yang menumpuk pada satu waktu dan lokasi dapat berpotensi menimbulkan pencemaran udara. Menurut penelitian Indrayani & Asfiati (2018), kinerja lalu lintas dapat mempengaruhi kualitas udara ambien hingga mencapai 28,07%. Tidak hanya berdampak pada arus lalu lintas truk, namun penumpukan truk pengangkut sampah di kawasan TPST Bantargebang berpotensi menyebabkan penurunan kualitas udara yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan kualitas lingkungan serta perubahan pada sikap dan persepsi masyarakat.

Keterbaruan pada penelitian ini yaitu belum adanya studi atau penelitian terkait upaya peningkatan waktu pelayanan kegiatan pembongkaran sampah di dalam kawasan TPST Bantargebang. Dalam penelitian ini dilakukan analisis mengenai menurunnya waktu pelayanan TPST Bantargebang pada kondisi eksisting (5 zona aktif pembongkaran sampah), kondisi saat tidak berfungsinya salah satu atau beberapa zona pembongkaran sampah (3 zona aktif) serta kondisi dengan upaya penanganan berupa strategi peningkatan pelayanan pada 3 zona aktif pembongkaran sampah agar tidak terjadi antrian truk pengangkut sampah di pintu masuk keluar TPST Bantargebang serta dampak yang ditimbulkan oleh tiga kondisi tersebut terhadap kualitas udara dan perubahan persepsi serta sikap masyarakat.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

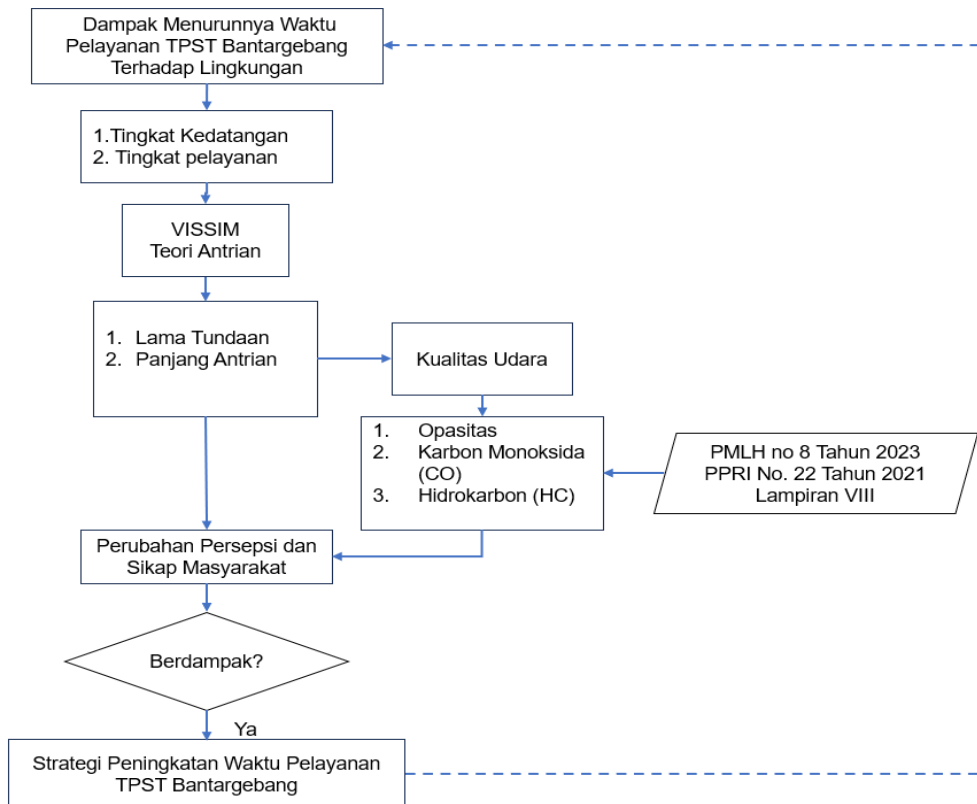
1. Apakah terganggunya alur pelayanan kegiatan pembongkaran sampah di TPST Bantargebang menyebabkan penurunan waktu pelayanan dan penurunan kualitas udara di jalan akses TPST Bantargebang?
2. Apakah ada dampak sosial berupa persepsi dan sikap masyarakat akibat terganggunya alur pelayanan di TPST Bantargebang?
3. Bagaimana strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang yang dapat direkomendasikan?

1.3 Kerangka Berpikir

Menurunnya waktu pelayanan internal TPST Bantargebang disebabkan oleh tidak berfungsinya salah satu atau beberapa zona pembongkaran sampah karena terjadi force majeure seperti terjadinya longsoran sampah, kebakaran, kerusakan jalan serta kegiatan maintenance fasilitas di area internal TPST Bantargebang serta volume truk pengangkut sampah yang lebih besar dari kapasitas pelayanan pembongkaran sampah persatuan waktu di Kawasan TPST Bantargebang, memberikan dampak pada kegiatan pengangkutan sampah ke TPST Bantargebang. Ritase truk pengangkut sebesar 1.200 truk per hari berpotensi menimbulkan dampak bagi masyarakat. Penurunan kualitas udara menjadi salah satu faktor yang mendapat pengaruh dari terjadinya antrian truk pengangkut sampah. Parameter kualitas udara yang diamati pada penelitian ini terdiri dari parameter Karbon Monoksida (CO), Hidro Carbon (HC) dan Opasitas. Pemilihan parameter ini didasari oleh baku mutu emisi truk. Parameter yang diamati (Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC)) akan dibandingkan dengan baku mutu yaitu PP RI No. 22 Tahun

2021 Lampiran VIII, sedangkan parameter Opasitas akan dibandingkan dengan baku mutu yaitu PermenLHK No. 8 tahun 2023. Terjadinya antrian truk pengangkut sampah yang menyebabkan penurunan kualitas udara memberikan dampak sosial pada perubahan persepsi dan sikap masyarakat sekitar jalan akses TPST Bantargebang yaitu jalan Pangkalan 5.

Adapun kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Kerangka Berpikir Penelitian

Salah satu pendekatan dalam penelitian ini untuk mengatasi menurunnya waktu pelayanan TPST Bantargebang yang ditandai dengan adanya antrian truk pengangkut sampah adalah dengan mengetahui panjang antrian dan lama tundaan berdasarkan teori antrian dan kapasitas ruas jalan akses TPST Bantargebang (tingkat pelayanan jalan) secara matematis serta dengan simulasi menggunakan software permodelan Vissim untuk membandingkan hasil analisa secara matematis dan hasil pemodelan. Berdasarkan hasil analisis panjang antrian yang terjadi pada ke 3 kondisi zona aktif didapatkan kontribusi emisi truk pengangkut sampah pada kualitas udara ambien serta persepsi dan sikap masyarakat menjadi dasar penelitian ini untuk menyusun strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang (Gambar 1)

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis penurunan waktu pelayanan dan penurunan kualitas udara di jalan akses TPST Bantargebang akibat terganggunya alur pelayanan pembongkaran sampah.
2. Menganalisis dampak sosial berupa persepsi dan sikap masyarakat (kualitas udara, lalu lintas, dan kesehatan masyarakat) akibat terganggunya alur pelayanan di TPST Bantargebang.
3. Merekomendasikan strategi peningkatan waktu pelayanan TPST Bantargebang.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
Penelitian ini dapat memberikan informasi dan wawasan terkait **efektifitas waktu pelayanan** Truk pengangkut sampah di TPST Bantargebang serta dampak yang ditimbulkan berupa penurunan **kualitas udara, persepsi dan sikap masyarakat** akibat terganggunya alur pelayanan di TPST Bantargebang.
2. Manfaat Praktis
Penelitian ini dapat memberi manfaat berupa informasi bagi UPST Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta selaku pengelola TPST Bantargebang dan pihak terkait dalam menyusun strategi peningkatan waktu pelayanan di dalam kawasan TPST Bantargebang agar tidak menyebabkan antrian truk pengangkut sampah sehingga berakibat kemacetan dan menimbulkan perubahan kualitas udara serta persepsi dan sikap masyarakat

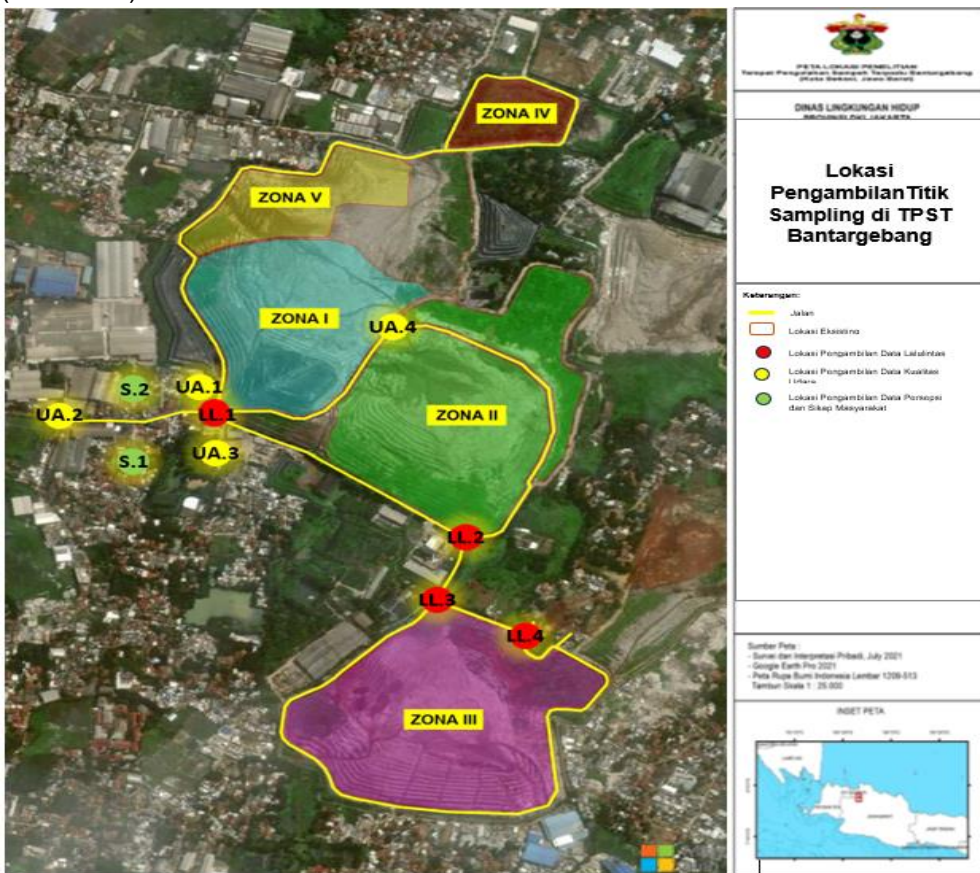
1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada analisis waktu pelayanan TPST Bantargebang dan penurunan kualitas udara yang disebabkan kontribusi emisi truk pengangkut sampah pada kondisi 5 zona aktif, 3 zona aktif tanpa upaya penanganan dan 3 zona aktif dengan upaya penanganan serta persepsi dan sikap masyarakat akibat kegiatan pengangkutan sampah ke TPST Bantargebang.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di dalam kawasan TPST Bantargebang, Kota Bekasi. TPST Bantargebang beralamat di Jalan Raya Narogong KM. 14 Pangkalan 5, Bekasi, Jawa Barat dengan koordinat $6^{\circ}20'53,7''\text{LS}$ dan $106^{\circ}59'51,7''\text{BT}$. Secara administratif, TPST Bantargebang berlokasi di Kelurahan Ciketing Udik, Kelurahan Cikiwul, dan Kelurahan Sumur Batu, Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi, dengan luas area sebesar 132,5 hektar yang terdiri dari lima zona pembuangan sampah (Gambar 2).



Gambar 2. Peta lokasi penelitian di kawasan TPST Bantargebang

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga bulan Mei 2024. Penelitian dilaksanakan dalam 3 tahapan waktu :

Tahap 1 : melakukan survei pendahuluan dan pengumpulan data sekunder dari pengelola TPST Bantargebang untuk memperoleh gambaran dalam melaksanakan survey pengambilan data

Tahap 2 : melakukan pengumpulan data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian.

Tahap 3 : melakukan perhitungan dan analisis data

2.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini, bersumber dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung di lokasi penelitian melalui pengukuran langsung, wawancara, observasi ke lokasi/obyek penelitian.

Data primer yang diperoleh yaitu:

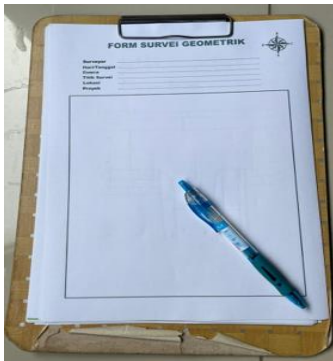
1. Kondisi eksisting TPST Bantargebang (topografi, luasan, fasilitas dan alur pelayanan)
2. Survei *Traffic Counting*, Inventarisasi dan kecepatan truk pengangkut sampah jalan internal Bantargebang menuju zona-zona *Landfill*;
3. Waktu pembongkaran sampah tiap truk pengangkut sampah;
4. Volume, Kapasitas dan Kecepatan truk di zona aktif pembongkaran TPST Bantargebang;
5. Waktu pelayanan dan penimbangan truk pengangkut sampah pada pintu masuk dan keluar Bantargebang;
6. Waktu pencucian truk pengangkut sampah;
7. Hasil pengukuran emisi truk operasional milik UPT TPST Bantargebang oleh laboratorium terakreditasi
8. Hasil pengukuran kualitas udara ambien pada 4 lokasi yaitu simpang jalan Pangkalan 5, pintu masuk TPST Bantargebang, simpang kantor TPST Bantargebang dan jalan perbatasan zona TPST Bantargebang oleh laboratorium terakreditasi
9. Survei persepsi masyarakat dengan menggunakan kuesioner (wawancara dengan masyarakat dan pengguna jalan) terkait dengan informasi responden dan kondisi lingkungan yang menetap di Jalan Pangkalan 5 sebagai jalan akses TPST Bantargebang

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung untuk mendukung data primer yang bersumber dari buku, literatur, publikasi ilmiah/jurnal yang memiliki hubungan dengan tema penelitian. Data sekunder yang diperoleh yaitu data informasi tanggal serta waktu masuk dan keluar TPST Bantargebang truk pengangkut sampah (*Dwelling Time*), jenis, tipe, volume sampah serta lokasi pengambilan sampah yang diambil oleh truk pengangkut sampah, data jumlah sampah DKI Jakarta, hasil pengukuran kualitas udara pada tahun 2019 s.d tahun 2023, dan truk pengangkut sampah setiap tahun (ritase dan tonase), serta data *time series* kualitas udara ambien yang diperoleh dari UPST DLH DKI Jakarta dan Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta.

2.3 Metode Pengambilan Data

2.3.1. Metode Pengambilan Data Primer

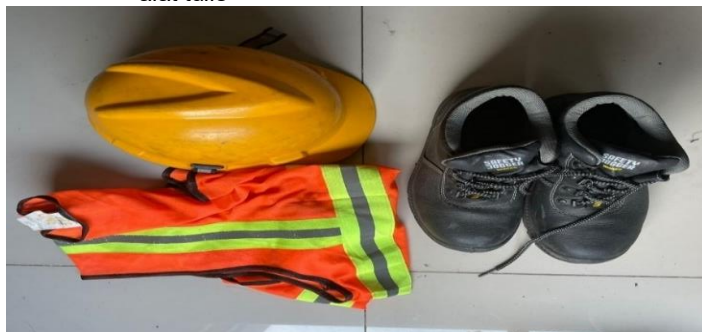
1. Geometri dan Inventaris jalan internal Bantargebang menuju zona-zona *landfill*
Pengambilan data geometri dan inventaris jalan dilakukan secara langsung di area Bantargebang, data inventaris jalan yang diambil adalah tipe jalan, lebar lajur jalan, jenis perkerasan dan kondisi jalan. Data ini diambil pada jalan akses menuju Bantargebang dan jalan akses menuju dan meninggalkan seluruh zona *landfill*. Berikut ini merupakan alat-alat yang digunakan untuk survei inventaris jalan:



a) Form survei geometrik dan alat tulis



b) *Walking meter*



c) Alat pelindung diri

Gambar 3 Perlengkapan survei inventaris jalan

2. Waktu pembongkaran sampah tiap truk pengangkut sampah

Waktu pembongkaran sampah dihitung pada setiap zona pembongkaran sampah dan dihitung berdasarkan jenis truk pengangkut sampah, terdapat 7 jenis truk pengangkut sampah yang beroperasi di TPST Bantargebang yaitu: *Tipper Besar*; *Tipper Kecil*; *Armroll Besar*; *Armroll Kecil*; *Compactor Besar*; *Compactor Kecil*; dan *Tronton*. Saat pembongkaran sampah untuk truk pengangkut sampah jenis *Tipper* dibantu dengan alat *excavator* sedangkan untuk truk pengangkut sampah jenis *Compactor* tidak dibantu dengan alat *excavator*. Alat yang digunakan untuk menghitung waktu pembongkaran truk pengangkut sampah adalah *stopwatch*.



Gambar 4 Stopwatch

3. Waktu pelayanan dan penimbangan truk pengangkut sampah pada pintu masuk dan keluar TPST Bantargebang

Waktu pelayanan dan penimbangan truk pengangkut sampah disurvei pada pintu masuk dan keluar Bantargebang pengukuran dimulai dari truk memasuki pintu masuk atau keluar untuk ditimbang hingga truk meninggalkan tempat penimbangan, waktu pelayanan diukur menggunakan *stopwatch*.

4. Waktu pencucian truk pengangkut sampah

Waktu pencucian truk pengangkut sampah disurvei pada tempat pencucian truk pengangkut sampah menggunakan *stopwatch* untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas pencucian truk pengangkut sampah. Aktivitas pencucian bak dan roda truk pengangkut sampah ini bertujuan agar tidak terdapat sisa-sisa sampah yang berceceran ketika truk meninggalkan area TPST Bantargebang sehingga truk pengangkut sampah bersih kembali, tidak menimbulkan bau sampah dan dapat memperpanjang umur truk dari bahaya asam air lindi sampah yang bersifat korosif. Pengukuran dimulai dari truk memasuki area pencucian hingga truk meninggalkan area pencucian.

Data pada penelitian ini diperoleh dengan melakukan survei diantaranya survei *inventory*, survei volume truk pengangkut sampah dan survei waktu pelayanan.

Survei *Inventory*

1. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur geometrik, kondisi eksisting ruas jalan, pergerakan lalu lintas, perilaku dan permasalahan lalu lintas untuk mendukung rekomendasi penanganan lalu lintas
2. Direkomendasikan waktu survey hendaknya pada jam sibuk dan jam tidak sibuk (*Peak dan Off Peak Hour*)
3. Melakukan pengukuran secara detail dengan alat bantu yaitu alat ukur berupa *Roll Meter* maupun dengan Roda ukur dan visualisasi dengan drone

Survei Volume Truk Pengangkut Sampah :

1. Survei dilakukan meliputi volume truk pengangkut dan kecepatan sampah yang memasuki area Bantargebang untuk pembongkaran sampah.

2. Pelaksanaan survei volume lalu lintas dilakukan pada hari yang tinggi volume lalu lintasnya berdasarkan data sekunder pengelola TPST Bantargebang.
3. Metode perhitungan yang dilakukan dengan metode manual, metode ini digunakan dengan pertimbangan kemudahan pelaksanaan mengingat sederhananya alat bantu yang digunakan yaitu *counter* atau alat hitung.

Survei Waktu Pelayanan

1. Survei yang dilakukan meliputi waktu pelayanan penimbangan, waktu tempuh truk didalam zona, waktu pembongkaran sampah pada masing-masing zona, waktu pencucian truk, dan waktu pelayanan secara keseluruhan
2. Pelaksanaan survei waktu pelayanan dilakukan pada hari yang tinggi volume lalu lintasnya berdasarkan data sekunder pengelola TPST Bantargebang.
3. Metode perhitungan yang dilakukan dengan metode manual, metode ini digunakan dengan pertimbangan kemudahan pelaksanaan mengingat sederhananya alat bantu yang digunakan yaitu *stopwatch*

5. Kualitas Udara Ambien dan Emisi Truk Pengangkut sampah

Pengukuran data primer pada penelitian ini adalah pengukuran sampel kualitas udara pada 4 area yaitu area pintu masuk TPST Bantargebang (UA.1), jalan perbatasan zona TPST Bantargebang (UA.2), simpang kantor TPST Bantargebang (UA.3), dan simpang jalan Pangkalan 5 (UA.4) serta pengukuran sampel emisi truk pengangkut sampah. Prosedur pengambilan sampel kualitas udara dilakukan berdasarkan SNI 19-7117.6-2005. Parameter yang diamati sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Baku Mutu Udara Ambien menggunakan peralatan Alat ukur *Gas Analyzer*, *Air Sampler Impinger* dan *High Volume Air Sample (HVAS)*. Untuk pengamatan parameter Opasitas sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Truk Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L menggunakan peralatan alat ukur *Opacity Meter*.

Data yang diambil langsung dari lapangan (in situ) dianalisis di laboratorium Lingkungan hidup PT Karsa Buana Lestari yang berakreditasi KAN (LP-372-IDN) dan teregistrasi Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan (0007/LPJ/LABLING-1/LRK/KLHK), untuk mengetahui konsentrasi masing-masing parameter. Emisi gas buang truk diambil pada beberapa unit truk operasional milik UPT TPST Bantargebang dengan menggunakan metode keterwakilan tahun perakitan yang ada, dimana pertahun perakitan akan diambil minimal 1 truk (*random sampling*). Metode dan peralatan yang digunakan untuk menganalisis data kualitas udara dapat dilihat pada Tabel 1 , untuk data emisi truk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Metode pengumpulan dan analisa data kualitas udara ambien

Parameter	Waktu Pengukuran	Satuan	Metode Pengukuran	Metode Analisis	Ket
Sulfur Dioxide (SO ₂)	1 jam		Impinger	SNI 7119-7:2017	Lab
Carbon Monoxide (CO)	1 jam		CO meter	IK No : 19-37/IK	insitu
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	1 jam		Spektrometer	SNI 19-7119.2-2005	insitu
Oxidant (O ₃)	1 jam		Spektrometer	SNI 19-7119.8-2005	insitu
Hydrocarbon Non Methane (NMHC)	3 jam	µg/Nm ³	Gas Chromatograph	SNI 7119.13:2009 (GC)	Lab
Particle < 100 µm (TSP)	24 jam		HVAS-Gravimetri	SNI 7119-3:2017	Lab
Particle < 10 µm (PM10)	24 jam		HVAS-Gravimetri	SNI 7119-15:2016	Lab
Particle < 2.5 µm (PM2.5)	24 jam		HVAS-Gravimetri	SNI 7119-14:2016	Lab
Lead (Pb)	24 jam		ICP/AAS	SNI 7119-4:2017	Lab

Tabel 2. Metode pengumpulan dan analisa data emisi truk

Parameter	Waktu Pengumpulan	Metode Pengumpulan	Metode Analisa
HC (ppm)	<i>Idle</i> kondisi dimana mesin truk pada putaran dengan :	Alat uji emisi gas buang yang digunakan	Analisa dilakukan di lokasi (<i>Insitu</i>) menggunakan
CO (ppm)	a) Sistem kontrol bahan bakar (misal: choke, akselerator) tidak bekerja. b) Posisi transmisi netral untuk truk manual atau semiotomatis.	sebagaimana persyaratan yang diberikan oleh ISO 3930 atau OIML R99 menggunakan <i>Gas Analyzer</i>	<i>Gas Analyzer</i> sesuai SNI 19-7118.1-2005

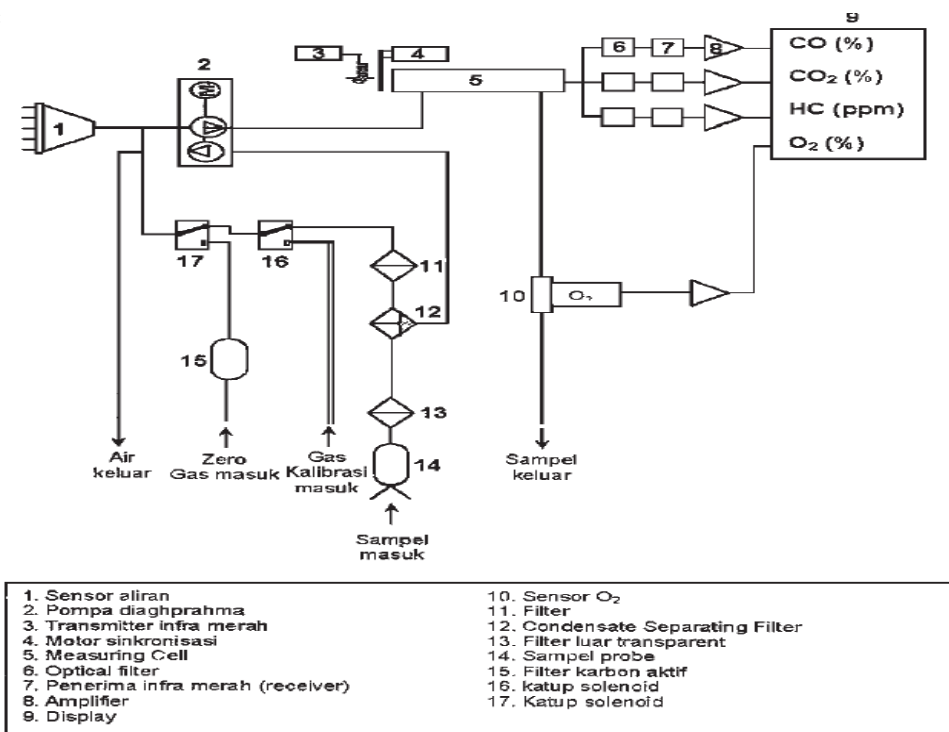
Parameter	Waktu Pengumpulan	Metode Pengumpulan	Metode Analisa
Opasitas (HSU)	c) Posisi transmisi netral atau parkir untuk truk otomatis. d) Perlengkapan atau asesoris truk yang dapat mempengaruhi putaran tidak dioperasikan atau dapat dijalankan atas rekomendasi manufaktur.	Alat uji emisi gas buang yang digunakan sebagaimana persyaratan yang diberikan oleh ISO 3930 atau OIML R99 menggunakan <i>Opacity Meter</i>	Analisa dilakukan di lokasi (<i>Insitu</i>) menggunakan <i>Opacity Meter</i> sesuai SNI 19-7118.1-2005

Pengukuran konsentrasi parameter CO dan HC dalam satuan % dan ppm dengan alat *Gas Analyzer* dan parameter Opasitas dengan alat *Opacity Meter* pada kondisi truk idle berdasarkan referensi yang ada pada SNI 09-7118.1-2005 tentang emisi gas buang sumber bergerak bagian 1: cara uji kendaraan bermotor kategori M, N dan O berpengerak penyalaan cetus api pada kondisi *idle* adalah :

1. Pengujian pada kondisi idle adalah kondisi dimana mesin truk pada putaran dengan :
 - a) Sistem kontrol bahan bakar (misal: *choke*, akselerator) tidak bekerja.
 - b) Posisi transmisi nertal untuk truk manual atau semiotomatis.
 - c) Perlengkapan atau asesoris truk yang dapat mempengaruhi putaran tidak dioperasikan atau dapat dijalankan atas rekomendasi manufaktur.
2. Persiapan truk dilakukan dengan tahap sebagai berikut:
 - a) Truk diparkir pada tempat yang datar. Pipa gas buang (knalpot) tidak bocor.
 - b) Temperatur mesin normal 60⁰C sampai dengan 70⁰C atau sesuai rekomendasi manufaktur.
 - c) Sistem asesoris (lampu, AC) dalam kondisi mati.
 - d) Kondisi temperatur tempat kerja pada 20⁰C sampai dengan 35⁰C.
3. Persiapan peralatan dilakukan dengan tahap sebagai berikut:
 - a) Pastikan bahwa alat dalam kondisi telah terkalibrasi.
 - b) Hidupkan sesuai prosedur pengoperasian (sesuai rekomendasi)
4. Pengujian idle dilakukan dengan cara menghisap gas buang truk ke dalam alat uji *gas analyzer* kemudian diukur kandungan CO dan HC, dengan tahapan sebagai berikut:
 - a) Naikkan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 2.900 rpm sampai dengan 3.100 rpm kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi idle.

- b) Selanjutnya lakukan pengukuran pada kondisi *idle* dengan putaran mesin 600 rpm sampai dengan 1000 rpm atau sesuai rekomendasi manufaktur.
- c) Masukkan *probe* alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm, bila kedalaman pipa gas buang kurang dari 30 cm maka pasang pipa tambahan.
- d) Tunggu 20 detik dan lakukan pengambilan data kadar konsentrasi gas CO₂ dan HC dalam satuan persen (%), atau ppm yang terukur pada alat uji.

Berikut komponen alat dan tahapan proses pengambilan sampel HC dan CO, pengukuran dan pembacaan hasil alat *Gas Analyzer*.



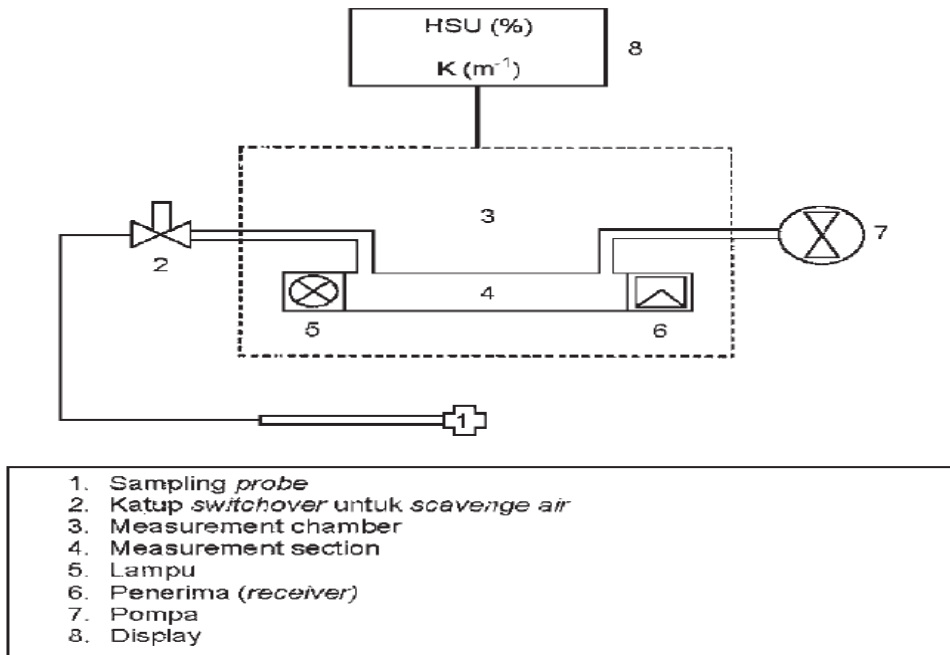
Gambar 5. Komponen alat Gas Analyzer

Sample in pada Gambar 5 merupakan inlet sampel yang dihubungkan dengan selang dan probe sensor gas (14) pada exhaust / saluran buang knalpot truk pengangkut sampah, yang akan diproses oleh alat dan merespon pembacaan dengan bentuk angka pada layar penunjukan hasil. Pengukuran sampel dibaca sebanyak tiga kali atau triplo dan dibuat rata-rata.

Pengukuran emisi gas buang truk pengangkut sampah dalam keadaan *Idle* dengan menggunakan probe logam akan melewati saringan kasar pertama (13) dan diteruskan ke *condensate separation filter* (12) untuk memisahkan kandungan air

yang mungkin terkandung pada emisi gas buang sebagai hasil samping kebocoran, kemudian melewati saringan kedua (11). Terdapat inlet tambahan (1) kemudian dihisap melalui pompa diaphragma (2) dialirkan menuju *measuring cell* (5) yang terdapat transmitter infra merah (3), motor sinkronisasi (4) menuju optical filter (6) diterima oleh *receiver* (7) diteruskan amplifier (8) ke display alat (9) untuk menampilkan nilai parameter CO (%) dan HC (ppm)

Komponen alat dan tahapan proses pengambilan sampel Opasitas, pengukuran dan pembacaan hasil alat *Opacity Meter* (Gambar 6).



Gambar 6. Komponen alat Opacity Meter

Pengukuran emisi gas buang truk pengangkut sampah dalam keadaan kondisi akselerasi bebas dengan menggunakan probe logam akan melewati *probe* (1) lanjut ke katup *switchover* untuk *scavenge air* (2) lanjut ke proses *chamber* (3) melewati area seleksi (4) dan diberi sinar lampu (5) hasilnya diteraskan ke penerima (*receiver*) (6) untuk mendapatkan nilai pembacaan opasitas pada Display (8).

6. Persepsi dan Sikap Masyarakat

Persepsi masyarakat dalam penelitian ini adalah penekanan pada kriteria persepsi dan sikap masyarakat tentang adanya penurunan kapasitas pelayanan internal akibat pengangkutan sampah di TPST Bantargebang yang akan mengakibatkan timbulnya antrian disekitar Jalan Pangkalan 5 dan akan berdampak pada penurunan kualitas udara ambien akibat dari emisi truk. Populasi dan sampel yang digunakan disesuaikan dengan ruang lingkup dan tujuan penelitian ini, yaitu

warga masyarakat yang berada di sepanjang jalan akses TPST Bantargebang yaitu Jalan Pangkalan 5 serta pengguna jalan sebagai subyek pada penelitian ini.

Teknik pengambil sampel dengan *purposive sampling*, berdasarkan pertimbangan dan tujuan untuk mengetahui persepsi dan sikap masyarakat dalam kegiatan kapasitas pelayanan internal TPST Bantargebang. Responden yang diambil adalah masyarakat yang berada dan memanfaatkan kawasan TPST Bantargebang dalam kehidupan sehari-hari. Pengumpulan data yang digunakan guna mendapatkan data primer maupun data sekunder. Data primer didapat meliputi data yang didapatkan saat berada di lapangan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Sedangkan, data sekunder meliputi data yang tidak didapat secara langsung di lapangan. Pengumpulan data primer dilaksanakan dengan wawancara yang dipandu menggunakan kuesioner dan observasi pada kegiatan sekitar lokasi penelitian. Wawancara adalah pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik yang sedang dibahas (Sugiyono, 2017). Sedangkan, observasi yang dilakukan untuk memperoleh data melalui pengamatan dari panca indra seperti penciuman, pendengaran, penglihatan, peraba, dan pengecapan terhadap objek (Bungin, 2008). Observasi dilakukan untuk mengamati gambaran secara umum kondisi di lokasi TPST Bantargebang.

Untuk menentukan jumlah responden dalam pengumpulan data menggunakan Rumus Slovin dengan nilai toleransi kesalahan sebesar 14% (dengan derajat kepercayaan 86%), mempertimbangkan bahwa TPST Bantargebang telah beroperasi sejak tahun 1989 (Dwi, 2017), penerimaan masyarakat Jalan Pangkalan 5 terhadap TPST Bantargebang termasuk pengangkutan sampah, adanya manfaat bagi masyarakat sekitar dan lain-lain

Rumus Slovin (Sugiyono, 2017) :

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)}$$

Keterangan:

n : Jumlah sampel minimal

N : Populasi penduduk di dalam batas wilayah studi

e : Batas toleransi kesalahan (14%)

Lokasi penelitian (Jalan Pangkalan 5) berada di wilayah administrasi Kelurahan Ciketing Udik, Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan data Kecamatan Bantargebang dalam Angka Tahun 2023, jumlah penduduk Kelurahan Ciketing Udik berjumlah 24.684 jiwa. Asumsi penetapan responden dengan 6000 KK didasari dengan jumlah responden yang menetap, maka berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus Slovin dengan batas toleransi kesalahan 14% yaitu didapat 50 responden terdiri dari 45 orang menetap dan 5 orang pengguna jalan (kendaraan pribadi) yang tidak menetap. Kriteria responden yang digunakan yaitu kepala keluarga/perwakilan, berusia di atas 17 tahun, memiliki

aktivitas dan/atau mobilisasi di sekitar TPST Bantargebang dan bersedia untuk diwawancarai. Kuesioner yang dibuat dalam penelitian ini mencakup beberapa pertanyaan mengenai kualitas udara, gangguan akibat lalu lintas, dan kesehatan masyarakat. Variabel karakteristik individu yang ditanyakan meliputi jenis kelamin, usia, lama tinggal, status perkawinan, tingkat pendidikan, dan status pekerjaan saat ini. Kuesioner berisikan pertanyaan untuk mengetahui persepsi gangguan masyarakat terkait kualitas udara akibat pengangkutan sampah menuju TPST Bantargebang, lalu lintas di sekitar Kawasan TPST Bantargebang (Jalan Pangkalan 5), dan kesadaran kesehatan masyarakat. Kemudian responden diminta untuk memilih dan mendeskripsikan jawaban sesuai dengan apa yang dirasakan.

2.3.2. Metode Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diantaranya diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, dan kajian/literatur terkait. Data terkait kendaraan truk sampah TPST Bantargebang yang diperoleh yaitu laporan keluar-masuk truk selama 24 jam di hari kerja dan hari libur di pintu masuk dan pintu keluar TPST Bantargebang, tanggal dan waktu masuk serta keluar truk pengangkut sampah, *dwelling time*, jenis truk, asal truk, berat truk, dan berat sampah yang diangkut. Data sekunder terkait kualitas udara juga dilengkapi oleh data hasil pengukuran dan pemantauan oleh DLH DKI Jakarta pada tahun 2019 hingga 2023.



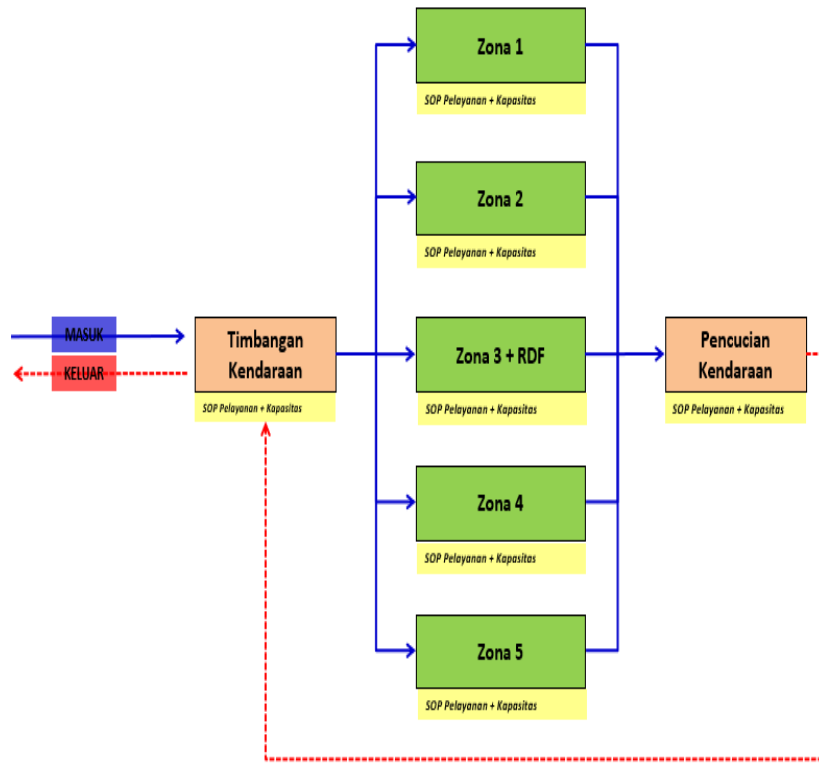
Gambar 7. Penimbangan di pintu masuk dan pintu keluar TPST Bantargebang

2.4 Metode Analisis Data

2.4.1. Perhitungan Lalu Lintas

2.4.1.1 Antrian Truk

TPST Bantargebang memiliki 5 zona pembongkaran dengan 1 pintu *entrance* dan 1 pintu *exit*. Truk pengangkut sampah yang memasuki area TPST Bantargebang akan bergiliran didata, validasi dan ditimbang menggunakan system yang terintegrasi dengan komputer. Proses penimbangan truk pengangkut sampah dilakukan di area khusus penimbangan yang disebut jembatan timbang. Terdapat 4 (empat) area jembatan timbang di dalam TPST Bantargebang terdiri dari 2 (dua) jembatan timbang untuk truk pengangkut sampah masuk dengan muatan sampahnya, satu jembatan timbang yang memiliki dua fungsi yaitu jembatan timbang untuk truk pengangkut sampah masuk dengan muatan sampahnya serta untuk truk pengangkut sampah yang telah melakukan pembongkaran sampah dan 1 (satu) jembatan timbang yang dapat digunakan untuk truk pengangkut sampah yang telah melakukan pembongkaran sampah. Truk pengangkut sampah yang telah melakukan penimbangan akan diarahkan petugas menuju zona aktif pembuangan untuk melakukan pembongkaran sampah, setelah proses pembongkaran sampah selesai truk akan melakukan pencucian badan dan ban truk di tempat pencucian truk. Sebelum meninggalkan area TPST Bantargebang, truk pengangkut sampah menuju jembatan timbang kosong. Berikut ini merupakan mekanisme proses pelayanannya:



Gambar 8. Alur pelayanan TPST Bantargebang

Berdasarkan Gambar 8, alur pelayanan TPST Bantargebang dapat disimpulkan TPST Bantargebang memiliki system antrian *single channel, multi phase* dengan Model antrian jalur berganda (M/M/S) yang mana pada proses pelayanannya truk pengangkut sampah yang datang pertama kali dapat dilayani terlebih dahulu dan truk yang datang terakhir mendapatkan pelayanan yang terakhir juga (sistem disiplin antrian *First in First out*). Analisis yang dilakukan adalah membandingkan dan membuat simulasi waktu pelayanan TPST Bantargebang eksisting dan saat terjadi *force majeure* dengan simulasi waktu pelayanan TPST Bantargebang dengan penanganan berupa perubahan rute pembongkaran.

Simulasi antrian yang digunakan pada penelitian ini yaitu simulasi *single channel, multi phase*. Simulasi ini digambarkan dengan model antrian jalur berganda (M/M/S). Sistem ini memiliki dua atau lebih jalur stasiun pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang datang. Asumsi dalam sistem ini adalah kedatangan mengikuti distribusi poisson, waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial negatif, pelayanan dilakukan secara *first-come, first served*, dan semua stasiun pelayanan diasumsikan memiliki tingkat pelayanan yang sama. Rumus antrian yang digunakan pada penelitian ini yaitu diantaranya (Heizer & Render, 2005):

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M \frac{M\mu}{M\mu - \lambda}}$$

Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem (tidak adanya pelanggan dalam sistem)

P_0 = Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem

M = Jumlah jalur yang terbuka

λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur

n = Jumlah truk

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

L_s = Jumlah truk rata-rata dalam sistem

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

W_s = Waktu rata – rata yang dilayani dalam sistem

$$L_q = L_s + \frac{\lambda}{\mu}$$

L_q = Jumlah truk rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

W_q = waktu rata-rata truk untuk menunggu dalam antrian

2.4.1.2 Analisis Kinerja Ruas Jalan

Untuk kinerja ruas jalan dengan mencari perbandingan antara kapasitas dan volume lalu lintas. Kapasitas adalah volume maksimum kendaraan yang dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada periode waktu tertentu untuk kondisi tertentu.

Kapasitas adalah daya tampung maksimal suatu ruas jalan terhadap volume lalu lintas yang melalui suatu ruas jalan tertentu. Kapasitas jalan berbeda beda kemampuannya, tergantung lebar dan kondisi jalan tersebut (satu atau dua arah). Nilai kapasitas suatu ruas jalan dinyatakan dengan smp/jam.

Perhitungan kapasitas untuk jalan perkotaan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023 adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \text{ (smp/jam)}$$

Dimana :

C : Kapasitas segmen jalan yang sedang diamati, dengan satuan SMP/jam.
Jika kondisi segmen jalan berbeda dari kondisi ideal, maka nilai C harus

dikoreksi berdasarkan perbedaan terhadap kondisi idealnya dari lebar lajur atau jalur lalu lintas (FC_{LJ}), pemisahan arah (FC_{PA}), KHS pada jalan berbahu atau tidak berbahu (FC_{HS}), dan ukuran kota (FC_{UK}). (smp/jam)

- C_0 : Kapasitas dasar kondisi segmen jalan ideal (smp/jam)
 FC_{LJ} : Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisi idealnya.
 FC_{PA} : Faktor faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas (PA) dan hanya berlaku untuk tipe jalan tak terbagi.
 FC_{HS} : Faktor penyesuaian hambatan samping
 FC_{UK} : Faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota yang berbeda dengan ukuran kota ideal.

a) Kapasitas Dasar

Nilai C_0 (kapasitas dasar) dapat diketahui berdasarkan tipe jalan (banyaknya lajur) dan arah arus lalulintas sebagaimana pada Tabel 3.

Tabel 3. Kapasitas Dasar, C_0

Tipe Jalan	C_0 (smp/jam)	Catatan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)
2/2-TT	2800	Per dua arah

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

b) Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FC_{LJ})

Type jalan dan lebar efektif lajur lalu lintas (L_{LE}) dapat mempengaruhi Kapasitas jalan (nilai FC_{LJ}) sebagaimana pada Tabel 4 sebagai faktor koreksi kapasitas.

Tabel 4. Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur, FC_{LJ}

Tipe Jalan	L_{LE} atau L_{JE} (meter)	FC_{LJ}
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu-arah	$L_{LE} = 3,00$	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08

Tipe Jalan	L _{LE} atau L _{JE} (meter)	FC _{LJ}
2/2-TT	L _{JE} 2 arah = 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

- c) Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah pada Tipe Jalan Tak Terbagi (FC_{PA})

Penentuan nilai faktor koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah pada Tipe Jalan Tak Terbagi / tanpa median jalan (FC_{PA}) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Pemisah Arah pada Tipe Jalan Tak Terbagi, FC_{PA}

Pemisahan arah %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{PA}	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

- d) Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})

Nilai FC_{HS} didasarkan pada Tabel 2.6 pada jalan dengan bahu atau dihitung menggunakan Persamaan di bawah ini.

$$FC_{6HS} = 1 - \{0,8 \times (1 - FC_{4HS})\}$$

Keterangan:

FC_{6HS} : adalah faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping untuk jalan 6/2-T atau 8/2-T.

FC_{4HS} : adalah faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping untuk jalan 4/2-T.

Tabel 6. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan yang Memiliki Bahu Jalan, FC_{HS}

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	(FC_{HS}) Lebar Bahu Efektif L_{BE} , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 -T	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,01
	Sedang	0,92	0,95	0,98	0,99
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 – TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

- e) Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FC_{UK})
 Penentuan nilai FC_{UK} didasarkan pada Tabel 7 sebagai fungsi dari ukuran kota (jumlah penduduk)

Tabel 7. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota, FC_{UK}

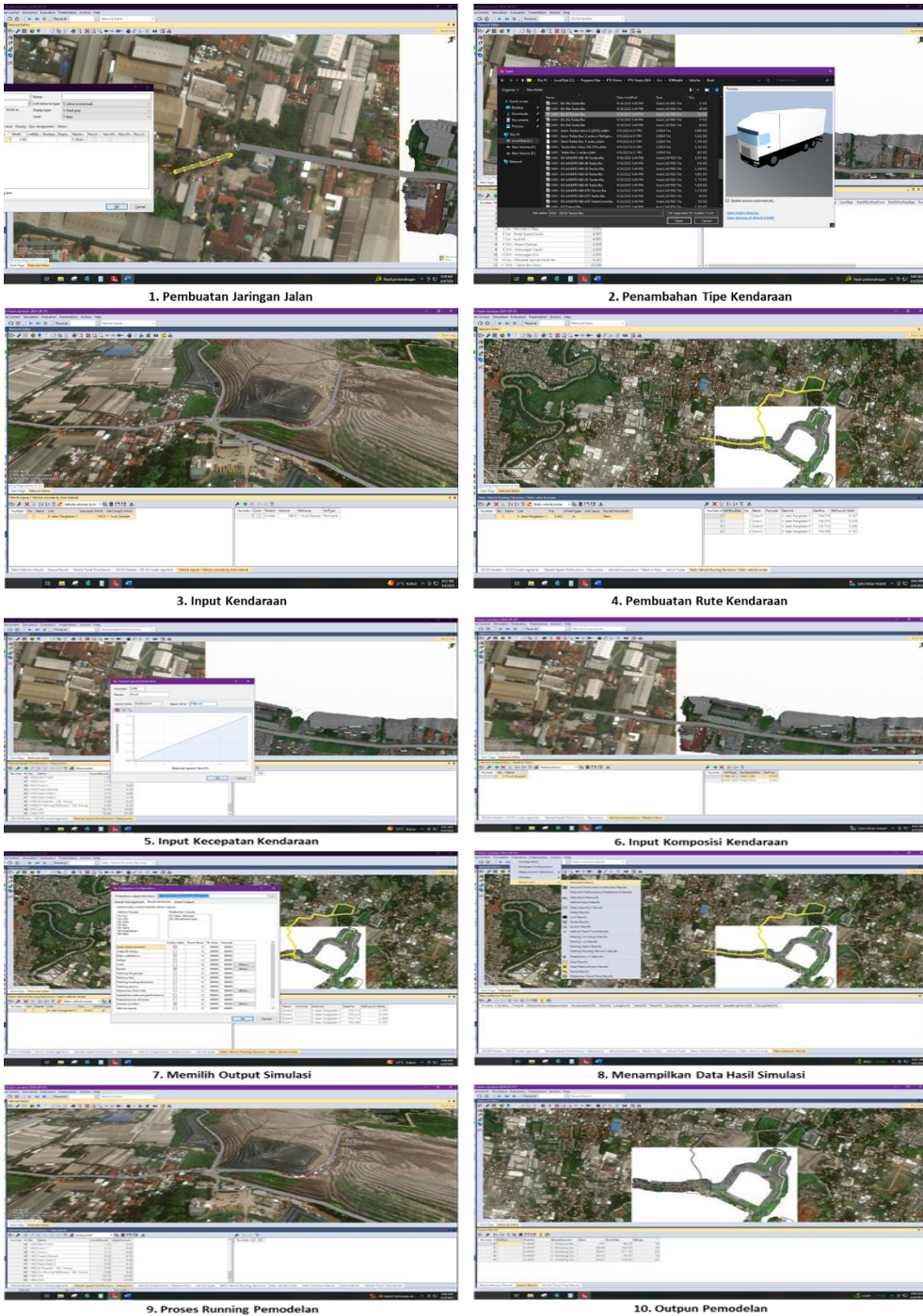
Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Kelas kota/Kategori kota		Faktor Koreksi Ukuran Kota (FC_{UK})
< 0,1	Sangat kecil	Kota Kecil	0,86
0,1 - 0,5	Kecil	Kota Kecil	0,90
0,5 - 1,0	Sedang	Kota Menengah	0,94
1,0 - 3,0	Besar	Kota Besar	1,00
> 3,0	Sangat Besar	Kota metropolitan	1,04

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023

2.4.1.3 Simulasi menggunakan perangkat lunak VISSIM

Analisa secara matematis hanya menggambarkan tingkat pelayanan secara statis pada kondisi 5 zona aktif dan 3 zona tanpa penanganan berdasarkan hasil survey di TPST Bantargebang sehingga diperlukan tambahan software simulasi Vissim untuk menggambarkan pola lalu lintas (simulasi kendaraan) dari skenario lalu lintas dinamis untuk kondisi 5 zona aktif, 3 zona tanpa penanganan dan 3 zona dengan penanganan. Dari hasil simulasi tersebut dapat dilakukan evaluasi serta upaya mengoptimalkan performa transportasi agar menjadi lebih baik. Program VISSIM yang digunakan pada penelitian ini yaitu PTV Vissim Junction 2400 dengan nomor lisensi 900104123 yang telah digunakan pada kegiatan analisa dampak lalu

lintas pembangunan industri mainan anak dan fasilitasnya di Kabupaten Ngawi dan pembangunan trase dan stasiun LRT Fase 1B Valedrome-Manggarai. Berikut ini langkah-langkah dalam pengoperasian *software* Vissim.



Gambar 9. Langkah-langkah pengoperasian Vissim

2.4.2. Perhitungan kualitas udara dan emisi truk pengangkut sampah

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan kualitas udara ambien dan emisi truk pengangkut sampah dengan baku mutu. Baku mutu yang digunakan untuk udara ambien adalah PP Nomor 22 Tahun 2021 lampiran VII Baku Mutu Udara Ambien, sedangkan untuk baku mutu emisi mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Truk Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L. Hasil pengukuran kualitas udara ambien didukung dengan data sekunder selama tahun 2019 s.d tahun 2023 untuk melihat tren kecenderungan pemenuhan baku mutu.

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui kontribusi emisi (CO) truk pengangkut sampah terhadap udara ambien pada lokasi berikut:

1. Pintu masuk TPST Bantargebang (UA.1) dengan kondisi antrian truk pengangkut sampah pada saat 5 zona pembuangan aktif dan pada saat 3 zona pembuangan aktif.
2. Area dalam kawasan TPST Bantargebang yaitu di jalan perbatasan zona TPST Bantargebang (UA.2)
3. Di luar area kawasan TPST Bantargebang yaitu di simpang jalan Pangkalan 5 (UA.4)

Berdasarkan kajian konsumsi BBM Jabodetabek (Balitbang perhubungan, Kemenhub, 2010), konsumsi truk berbahan solar rata-rata adalah 1 liter : 7 Km atau 0.142 liter/km. Dengan adanya pembakaran bahan bakar dalam mesin truk yang tidak sempurna akan dihasilkan emisi berupa gas-gas hasil pembakaran seperti SO₂, NO₂, CO. Menurut KLHK (2013), pembakaran suatu bahan bakar solar dalam truk akan menghasilkan emisi gas-gas pencemar. Faktor emisi truk untuk parameter CO sebesar 35,57 gr/ltr (KLH, 2007).

Laju emisi total akibat pembakaran bahan bakar menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2013) dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_j = EF \times A (1-ER/100)$$

dimana ;

Q_j : Laju emisi (Jumlah Polutan/satuan waktu);

EF : Faktor Emisi (gr/l (gas) dan gr/km (debu));

A : Intensitas Kegiatan Per-satuan Waktu;

ER : Efisiensi Pengurangan Polutan dari sistem pengendali polusi yang digunakan

$$A = vol \times V_t \times L / t$$

dimana

Vol : Volume bahan bakar yang dipakai setiap Km (ltr/km)

V_t : Peningkatan volume truk

L : Panjang Lintasan (Km)

t : Waktu Truk Melintas

Setelah diketahui emisi total, maka dilakukan penghitungan konsentrasi polutan udara. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah pemodelan analitik sumber garis (panjang lintasan/antrian). Pemodelan ini menggunakan model sumber yang terdistribusi sepanjang garis selama emisi terjadi secara kontinyu untuk mengetahui persebaran dampak emisi truk di sekitar TPST Bantargebang. Nilai koefisien dispersi vertikal ditentukan berdasarkan kondisi stabilitas atmosfer. Berdasarkan kondisi atmosfer di lokasi Bantargebang, diasumsikan kelas stabilitas atmosfer berada pada kondisi stabilitas B, yaitu tidak stabil. Untuk kondisi stabilitas atmosfer B, diperoleh nilai koefisien dispersi vertikal (σ_z) dengan menggunakan grafik koefisien dispersi gaussian dimana pada jarak kurang dari 100 m, hasil yang didapat kurang relevan, untuk itu digunakan simulasi pada sebaran jarak 100 m, sesuai dengan panjang lintasan. Adapun persamaan pemodelan sumber garis adalah sebagai berikut :

$$C_j(x, Z) = \frac{2Q_j/L}{\sqrt{2\pi} u \sigma_z} \left[\text{EXP} \left(- \frac{Z^2}{2 \sigma_z^2} \right) \right]$$

Dimana :

- C_j : Konsentrasi bahan cemaran (i) di koordinat x,z dalam (mg/l)
- Q_j : Beban Emisi Cemaran (i) (g/det)
- Σz : Koefisien Dispersi vertikal dari Gaussian (m)
- u : Kec Angin (m/det)
- L : Panjang garis Sumbu Cemaran

Perbandingan kontribusi emisi parameter karbon monoksida (CO) terhadap kualitas udara ambien di area pintu masuk TPST Bantargebang pada kondisi 5 zona aktif dan kondisi 3 zona aktif tanpa penanganan dan dengan penanganan untuk mengetahui perbedaan besaran emisi truk yang dihasilkan diantara ketiga kondisi tersebut.

2.4.3. Persepsi dan sikap masyarakat

Pada analisis persepsi dan sikap masyarakat, data yang diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada responden diolah dengan cara tabulasi dan pembuatan diagram persentase. Metode analisis data yang digunakan yaitu menggunakan analisis deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis data kuantitatif (Aziza, 2023).

2.4.4. Strategi peningkatan waktu pelayanan

Metode analisis yang digunakan yaitu menggunakan metode analisis secara deskriptif yang didukung dengan studi literatur terkait. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis berupa kondisi lalu lintas truk, kualitas udara ambien serta emisi truk yang berada di TPST Bantargebang dan aspek sosial berupa persepsi dan sikap masyarakat. Analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat agar dapat meningkatkan waktu pelayanan di TPST Bantargebang.