

SKRIPSI

**ARAHAN PENGEMBANGAN TRANSPORTASI
PENGANGKUTAN SAMPAH ANORGANIK DI PULAU
BARRANG LOMPO KE DARATAN KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh :

**GITA ALFIANI RAHMAN
D101191071**



**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ARAHAN PENGEMBANGAN TRANSPORTASI PENGANGKUTAN SAMPAH ANORGANIK DI PULAU BARRANG LOMPO KE DARATAN KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh:

GITA ALFIANI RAHMAN
D101191071

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 23 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Techn. Yashinta Kumala Dewi, ST.,MIP

NIP. 19790117 20011 22 002

Pembimbing Pendamping,



Laode Muh. Asfan Mujahid, ST.,MT

NIP. 1993030 92019 03 1 014

Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Abdul Rachman Raszyd, ST., M.Si

NIP. 19741006 200812 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Gita Alfiani Rahman
NIM : D101191071
Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Arahan Pengembangan Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di
Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar**

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alih tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari dosen pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 23 Januari 2024

Yang Menyatakan



Gita Alfiani Rahman

ABSTRAK

GITA ALFIANI RAHMAN. *Arahan Pengembangan Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar*
(dibimbing oleh Yashinta K. D. Sutopo dan Laode Muhammad Asfan Mujahid)

Pulau Barrang Lompo, yang merupakan pulau terpadat di Kota Makassar, mengelola sampahnya dengan cara membakar setiap hari. Penelitian ini bertujuan (1) untuk mengetahui jenis dan volume sampah anorganik saat ini (2023) di Pulau Barrang Lompo dan memproyeksikan volumenya selama 5 tahun ke depan (2024-2028); (2) untuk mengetahui kondisi eksisting moda transportasi dan sistem pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar; dan (3) untuk merancang arahan pengembangan moda transportasi laut yang tepat untuk mengangkut sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar, dengan mempertimbangkan kebutuhan, kapasitas, dan frekuensi yang diperlukan. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan, dari bulan Februari 2022 hingga Juni 2023, di Pulau Barrang Lompo. Metode pengumpulan data melibatkan observasi, pengukuran, wawancara, dokumentasi, studi literatur, dan studi banding. Analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif, serta analisis jaringan (network analyst). Pulau Barrang Lompo menghasilkan 23 jenis sampah anorganik. Rata-rata volume sampah anorganik per jiwa adalah 0,186 kg/jiwa.hari, per KK 0,572 kg/KK.hari dan per rumah 0,717 kg/rumah.hari. Proyeksi timbulan sampah anorganik pada tahun 2023 adalah 977,85 kg/hari, meningkat menjadi 1066,39 kg/hari pada tahun 2028. Transportasi saat ini untuk mengangkut sampah anorganik ke daratan Kota Makassar menggunakan kapal penumpang dengan kapasitas 50-70 karung sampah yang dipres, dengan frekuensi pengangkutan 1-2 kali/bulan pada jam 06.00-07.00. Berdasarkan analisis, direkomendasikan frekuensi pengangkutan sebanyak 3 kali/minggu, dengan jadwal 2 hari 1 kali pengangkutan dari jam 06.00-12.10. Rute yang diusulkan adalah dari dermaga Pulau Barrang Lompo - Jembatan Middle Ring Road - TPA Tamangapa, menggunakan kapal 2 GT dengan kapasitas 11 m³. Jumlah transportasi pengangkutan sampah anorganik pada tahun 2023 adalah 1 unit, dengan penambahan 1 unit transportasi dalam 5 tahun ke depan.

Kata Kunci: Transportasi Pengangkutan Sampah, Sampah Anorganik, Pulau Barrang Lompo

ABSTRACT

GITA ALFIANI RAHMAN. *Directions for the Development of Inorganic Waste Transportation on Barrang Lompo Island to the Mainland of Makassar City (supervised by Yashinta K. D. Sutopo dan Laode Muhammad Asfan Mujahid)*

Barrang Lompo Island, which is the most populous island in Makassar City, manages its waste by burning every day. This study aims (1) to determine the current type and volume of inorganic waste (2023) on Barrang Lompo Island and project its volume for the next 5 years (2024-2028); (2) to determine the existing condition of transportation modes and inorganic waste transportation systems from Barrang Lompo Island to the mainland of Makassar City; and (3) to design directions for the development of appropriate modes of sea transportation to transport inorganic waste from Barrang Lompo Island to the mainland of Makassar City, taking into account the needs, capacity, and frequency required. This research was carried out for 5 months, from February 2022 to June 2023, on Barrang Lompo Island. Data collection methods involve observation, measurement, interviews, documentation, literature studies, and comparative studies. Data analysis uses qualitative and quantitative descriptive methods, as well as network analysis (network analyst). Barrang Lompo Island produces 23 types of inorganic waste. The average volume of inorganic waste per person is 0.193 kg/person.day, per family is 0.578 kg/household.day, and per house is 0.759 kg/house.day. The projected generation of inorganic waste in 2023 is 977,85 kg/day, increasing to 1066.39 kg/day in 2028. Current transportation to transport inorganic waste to the mainland of Makassar City uses passenger ships with a capacity of 50-70 bags of pressed garbage, with a frequency of transportation 1-2 times / month at 06.00-07.00. Based on the analysis, the frequency of transportation is recommended 3 times / week, with a schedule of 2 days 1 time transportation from 06.00-12.10. The proposed route is from Barrang Lompo Island pier - Middle Ring Road Bridge - Tamangapa landfill, using a 2 GT boat with a capacity of 11 m³. The number of transportation transportation for inorganic waste in 2023 is 1 unit, with the addition of 1 transportation unit in the next 5 years.

Keywords: *Waste Transportation, Inorganic Waste, Barrang Lompo Island*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
KATA PENGANTAR.....	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Timbulan dan Karakteristik Sampah Pulau	5
2.2 Perhitungan Proyeksi Penduduk.....	8
2.3 Transportasi Pengangkutan Sampah.....	9
2.4 Proses Pengangkutan Sampah	10
2.5 Tempat Penampungan Sementara (TPS)	17
2.6 Pemrosesan Akhir Sampah (TPA).....	19
2.7 Studi Banding	19
2.8 Penelitian Terdahulu.....	25
2.9 Kerangka Konsep	28
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	29
3.3 Populasi dan Sampel.....	31
3.4 Teknik Pengumpulan Data	33
3.5 Teknik Analisis Data	34
3.6 Definisi Operasional	39
3.7 Variabel Penelitian.....	41
3.8 Alur Pikir Penelitian	43
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum	44
4.2 Jenis dan Volume Timbulan Sampah Anorganik saat ini serta Proyeksi Lima (5) Tahun ke depan.....	50
4.3 Kondisi Eksisting Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar	62

4.4	Arahan Pengembangan Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		
80		
LAMPIRAN.....		
84		
<i>CURRICULUM VITAE</i>.....		
87		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola pengumpulan sampah.....	14
Gambar 2. Pola kontainer angkat	15
Gambar 3. Pengangkutan dengan SCS mekanis	15
Gambar 4. Pengangkutan dengan SCS manual.....	16
Gambar 5. Proses pemindahan sampah dari dermaga ke kapal pengangkut sampah.....	20
Gambar 6. Proses pemindahan sampah dari kapal ke truk kontainer	21
Gambar 7. Gerobak besi sampah Venesia, Italia	22
Gambar 8. Kapal sampah Venesia, Itali	23
Gambar 9. Proses pemindahan sampah.....	23
Gambar 10. Transportasi kapal sampah di Pulau Bunaken, Manado.....	24
Gambar 11. Kerangka Konsep	28
Gambar 12. Peta lokasi penelitian.....	30
Gambar 13. Peta sebaran sampel penelitian.....	32
Gambar 14. Alat pengumpul/pengukuran data; (a) kamera hp (b) kantong sampah (c) timbangan gantungan digital (d) alat tulis (e) peta citra (f) sarung tangan plastik.....	34
Gambar 15. Peta administrasi Kota Makassar	47
Gambar 16. Peta administrasi Pulau Barrang Lompo.....	49
Gambar 17. Diagram persentase jenis sampah anorganik per rumah (sampel)	58
Gambar 18. Trend pertumbuhan volume jenis sampah anorganik (kg/hari)...	60
Gambar 19. Trend pertumbuhan timbulan sampah anorganik (kg/rumah.hari).....	61
Gambar 20. Transportasi pengumpulan sampah di Pulau Barrang Lompo	63
Gambar 21. Transportasi pengangkutan sampah anorganik di	64
Gambar 22. Skema pengumpulan sampah di Pulau Barrang Lompo	66
Gambar 23. Skema pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo	66
Gambar 24. Peta jangkauan motor sampah di Pulau Barrang Lompo	67
Gambar 25. Peta rute pengangkutan sampah di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar	68
Gambar 26. Arah transportasi pengangkutan sampah anorganik.....	71

Gambar 27. Konsep pengangkutan sampah anorganik	76
Gambar 28. Rute optimum pengangkutan sampah anorganik Pulau Barrang Lompo ke TPA Tamangapa	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Komponen sumber sampah	6
Tabel 2.	Keterangan pola pengumpulan sampah.....	14
Tabel 3.	Spesifikasi peralatan.....	18
Tabel 4.	Penelitian terdahulu.....	25
Tabel 5.	Penentuan jumlah sampel dengan tabel Isaac dan Michael untuk tingkat kesalahan 1%, 5%, dan 10%	31
Tabel 6.	Variabel penelitian	41
Tabel 7.	Luas daerah menurut kecamatan Kota Makassar 2022.....	44
Tabel 8.	Laju pertumbuhan penduduk menurut kecamatan Kota Makassar 2022.....	45
Tabel 9.	Laju pertumbuhan penduduk menurut kecamatan Kota Makassar 2022.....	46
Tabel 10.	Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk Pulau Barrang Lompo	48
Tabel 11.	Jenis sampah plastik anorganik di Pulau Barrang Lompo	50
Tabel 12.	Jenis sampah anorganik yang tidak dijual/dibakar di Pulau Barrang Lompo	52
Tabel 13.	Jenis sampah anorganik yang dijual ke bank sampah Kota Makassar.....	54
Tabel 14.	Timbulan sampah anorganik rumah tangga (sampel)	56
Tabel 15.	Rata- rata volume sampah anorganik berdasarkan jenis sampah	57
Tabel 16.	Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dan timbulan sampah...	59
Tabel 17.	Proyeksi timbulan sampah berdasarkan jenis sampah anorganik 2023-2028, Pulau Barrang Lompo	59
Tabel 18.	Rata-rata timbulan sampah anorganik (kg/rumah.hari).....	60
Tabel 19.	Hasil analisis moda transportasi pengangkutan sampah anorganik.....	63
Tabel 20.	Arahan jumlah kebutuhan transportasi pengangkutan sampah anorganik tahun	71
Tabel 21.	Ilustrasi arahan pengembangan kapal pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar..	72
Tabel 22.	Arahan jadwal pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar.....	74

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
3R	<i>Reduce, Reuse, dan recycle</i>
Kg	Kilogram
B3	Limah bahan berbahaya dan beracun
P_t	Jumlah penduduk pada tahun t
P_o	Jumlah penduduk pada tahun dasar
R	Laju pertumbuhan
T	Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)
TPS	Tempat Pembuangan Sampah
TPA	Tempat Pembuangan Akhir
Btotal	Berat total sampel sampah
n	Jumlah sampel
KK	Kartu Keluarga
m^3	Meter kubik
m^2	Meter persegi
λ^2	Chi kuadrat yang harganya tergantung derajat kebebasan dan tingkat kesalahan
RT	Rukun Tetangga
RW	Rukun Warga
PP	Peraturan Pemerintah
UU	Undang-Undang
Permen	Peraturan menteri
BPS	Badan Pusat Statistik
HCS	<i>Hauled Container System</i>
SCC	<i>Stationary Container System</i>
GT	<i>Gross Tonase</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Dokumentasi pengambilan data (pengumpulan, pengukuran, observasi, dan wawancara).....	84
Lampiran 2.	Kuesioner penelitian pengukuran timbulan sampah anorganik.....	85
Lampiran 3.	Kuesioner penelitian.....	86

KATA PENGANTAR

Allah Maha Penyayang dan Pengasih, demikian kata untuk mewakili atas segala karunia dan nikmat-Nya kepada kita dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Arahan Pengembangan Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S1 Program Studi Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Laju pertumbuhan penduduk Pulau Barrang Lompo tergolong tinggi, yang mengakibatkan banyaknya timbulan sampah, khususnya pada sampah plastik (anorganik). Sampah anorganik merupakan sampah yang sulit terurai dan membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat hancur. Permasalahan sampah anorganik yang terjadi di Pulau Barrang Lompo didasari oleh belum adanya transportasi khusus pengangkutan sampah anorganik ke daratan Kota Makassar dan kurang efektifnya pengelolaan sampah yang ada di pulau tersebut.

Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting transportasi pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke Daratan Kota Makassar, mengetahui timbulan sampah anorganik berbasis jenis sampah di Pulau Barrang lompo saat ini dan berapa perkiraan proyeksinya 5 tahun ke depan untuk di bawah ke daratan Kota Makassar dan mengetahui arahan pengembangan transportasi pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar.

Setiap orang dalam berkarya selalu mencari kesempurnaan, tetapi terkadang kesempurnaan itu terasa jauh dari kehidupan seseorang. Kesempurnaan bagaikan fatamorgana yang semakin dikejar semakin menghilang dari pandangan, bagai pelangi yang terlihat indah dari kejauhan, tetapi menghilang jika didekati. Demikian juga tulisan ini, kehendak hati ingin mencapai kesempurnaan, tetapi kapasitas penulis dalam keterbatasan.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati, penulis senantiasa mengharapkan kritikan dan saran dari berbagai pihak, selama saran dan kritikan tersebut sifatnya membangun karena penulis yakin bahwa suatu persoalan tidak akan berarti sama sekali tanpa adanya kritikan. Mudah-mudahan dapat memberi manfaat bagi para

pembaca, terutama bagi diri pribadi penulis. Aamiin.

Gowa, 23 Januari 2024



(Gita Alfiani Rahman)

Sitasi dan Alamat Kontak:

Harap menuliskan sumber skripsi ini dengan cara penulisan sebagai berikut:

Rahman, Gita Alfiani. 2023. *Arahan Pengembangan Transportasi Pengangkutan Sampah Anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar*. [Skripsi Sarjana, Prodi S1 PWK Universitas Hasanuddin]. Makassar.

Demi Peningkatan kualitas skripsi ini, kritik dan saran dapat dikirimkan ke penulis melalui alamat email berikut ini: gitarahman1204@gmail.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dan Baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam yang telah membawa cahaya islam yang menjadi panutan hidup mengarungi kehidupan didunia sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Segala daya dan upaya telah penulis kerahkan untuk membuat tulisan ini selesai dengan baik dan bermanfaat dalam dunia pendidikan, khususnya dalam ruang lingkup Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan terima kasih untuk setiap dukungan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya yang tercinta (Alm. Bapak Abdul. Rahman) yang sudah terlebih dahulu dipanggil oleh yang maha kuasa sebelum bisa melihat saya mengenakan toga yang beliau impikan. Semoga Beliau bangga dengan perjuangan anaknya. (Ibu Isa) yang senantiasa mendoakan saya, mengasihi saya, menasehati saya untuk tetap selalu bersyukur atas segala yang diberikan oleh Allah, berkat beliaulah saya bisa menyelesaikan skripsi dengan tegar dan kuat walau banyak rintangan yang dihadapi.
2. Saudara-saudara saya, Kakak saya (Elvi Rahman dan Ferdianto Rahman), serta adik-adik saya (Agus Rahman, Muh. Yusuf Rahman dan Muh. Arham Rahman), beserta ipar saya (Muh. Sabir) dan keponakan Saya (Muh. Adnan). Dan tak lupa kepada sahabat sekaligus saudara saya (Nur Afni Bachtiar). Terimakasih banyak atas dukungan dan doa yang diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
3. Rektor Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc) untuk setiap dukungan, kebijakan, dan kepemimpinan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT) untuk segala dukungan dan kebijakan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin (Bapak Dr.

Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., MT) dan Sekretaris Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin (Ibu Sri Aliyah Ekawati, ST., MT) yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.

6. Dosen Pembimbing Utama Sekaligus Dosen Penasehat dan Kepala Studio Akhir (Ibu Dr. Techn Yashinta K. D Sutopo., ST., MIP) yang senantiasa memberikan masukan dan motivasi akademik kepada penulis.
7. Dosen Pembimbing Pendamping (Bapak Laode Muh. Asfan Mujahid, ST.,MT) yang telah memberikan masukan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Dosen Penguji (Prof. Dr. Ir. M. Yamin Jinca, MSTR) dan (Ibu Dr.-Ing. Venny Veronica Natalia, ST.,MT) yang telah memberikan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kepala Tata Usaha Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin (Bapak Haerul Muayyar S.Sos) dan seluruh Staf Administrasi Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin untuk bantuan pengurusan administrasi kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin
10. Teman-teman seperjuangan *Labo-Based Education* (LBE) Infrastruktur dan (SEKTOR 19) yang menjadi teman seperjuangan dan teman untuk bertukar pikiran selama menempuh perkuliahan dan dalam masa penyelesaian Tugas Akhir.
11. Teman penulis sejak awal perkuliahan (Inda Tu'dae Panggalo) yang senantiasa membantu dan menemani penulis selama pengerjaan skripsi.
12. (Ibu Nurcaya) yang telah bersedia memberikan fasilitas tempat tinggal kepada penulis selama melakukan penelitian.
13. Pemerintah, pengelolaan TPS 3R dan penduduk Pulau Barrang Lompo yang telah bersedia membantu penulis selama proses penelitian.

Gowa, 23 Januari 2024



(Gita Alfiani Rahman)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yang menyatakan bahwa penanganan sampah meliputi kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengelolaan, dan pemrosesan akhir sampah. Di negara-negara maju, pengelolaan sampah sering didefinisikan sebagai kontrol terhadap timbulan sampah, mulai dari pewadahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pemrosesan, serta pembuangan akhir dengan penanganan-penanganan terbaik untuk kesehatan, ekonomi, estetika, lingkungan, teknis, konservasi, dan juga terhadap sikap masyarakat (Hendra, 2016).

Pengelolaan sampah merupakan hal serius yang dihadapi oleh kota di Indonesia yang salah satunya yaitu di pulau-pulau kecil yang padat penduduk. Menurut Hartoyo (2016) lokasi pulau kecil lebih tinggi dari kota utama, dan infrastruktur serta fasilitas pendukung lebih sulit untuk dihadapi. Dalam segala hal infrastruktur dan fasilitas pengelolaan sampah pulau harus memberikan dukungan, karena pengelolaan sampah pulau memiliki karakteristik yang sama dengan kota, dimana terdapat perkantoran dan pusat perbelanjaan. Masalah utama pengelolaan sampah di pulau-pulau kecil adalah kurangnya dana lahan untuk mendistribusikan sampah, seperti TPS 3R atau tempat pembuangan sampah besar maupun pembangunan Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Sejalan dengan pernyataan tersebut Sutopo dkk., (2022) menyatakan salah satu penyebab mengapa daerah pulau-pulau kecil dan wilayah pesisir tidak memiliki area yang cukup karena pemerintah daerah dengan sumber daya yang terbatas lebih memperhatikan kebutuhan daratan dan pusat pertumbuhan perkotaan. Oleh karena itu, dan mungkin juga karena kebiasaan, masih banyak orang yang tinggal di pesisir dan di pulau-pulau usaha kecil membuang limbah mereka langsung ke laut dan membakarnya di lokasi (Sutopo dkk., 2022). Fenomena ini sesuai dengan realitas di lapangan yang menunjukkan kurangnya pengelolaan yang efektif, terutama pada aspek sampah anorganik. Kondisi ini dipengaruhi oleh fakta bahwa pulau-pulau kecil umumnya memiliki elevasi lebih tinggi dari pada kota

utama, menyebabkan infrastruktur dan fasilitas pendukung menjadi lebih sulit diakses atau dihadapi.

Salah satu permasalahan terkait sampah juga tengah dihadapi di Pulau Barrang Lompo. Pulau Barrang Lompo termasuk dalam wilayah Kabupaten Kepulauan Sangkarang dengan jarak sekitar 11 km dari Kota Makassar. Penduduknya mencapai 5,097 jiwa, dengan kepadatan penduduk mencapai 10,402 jiwa/km² (BPS Kota Makassar, 2022). Kenaikan jumlah penduduk dan intensitas aktivitas ekonomi yang tinggi telah menyebabkan peningkatan volume sampah, khususnya sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo. Situasi ini menimbulkan keprihatinan, namun dalam era modern saat ini, adanya kecanduan plastik di kalangan masyarakat sangat tinggi. Kompleksitas permasalahan sampah plastik (anorganik) yang begitu tinggi tentu saja memberikan dampak serius pada lingkungan dan ekosistem laut.

Berdasarkan hasil observasi awal, sampah masyarakat yang diangkut oleh pengelola TPS 3R hanya sampah kering yang didominasi oleh sampah plastik (anorganik), untuk sampah sisa-sisa makanan (organik) yang tidak diangkut oleh pengelola TPS 3R dibuang langsung ke laut oleh masyarakat. Namun sayangnya, sampah anorganik yang diangkut ke TPS 3R akan tetap berakhir di tempat pembakaran apabila sampah tersebut tidak bernilai ekonomis, penanganan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo dengan cara membakar, menimbun dan membuang ke laut dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan maupun kesehatan terhadap masyarakat setempat.

Pemerintah dan pengelola TPS 3R di Pulau Barrang Lompo telah menggunakan kapal penumpang yang disewa untuk mengangkut sampah ke daratan Kota Makassar. Sayangnya, hanya sampah yang memiliki nilai ekonomis yang diangkut, sedangkan sisanya berujung pada proses pembakaran di TPS 3R. Permasalahan lain melibatkan kapasitas moda, frekuensi, dan rute pengangkutan sampah yang belum optimal. Agar dapat mencegah penumpukan sampah dan proses pembakaran yang berpotensi merugikan kesehatan masyarakat, diperlukan peningkatan efektivitas pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa di Kota Makassar.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berikut pertanyaan penelitian yang dirumuskan berdasarkan konteks permasalahan yang ada:

1. Berapa jenis dan volume sampah anorganik saat ini (2023) dan perkiraan proyeksi volumenya 5 tahun (2024-2028) ke depan di Pulau Barrang Lompo?
2. Bagaimana kondisi eksisting saat ini mengenai moda pengangkutan dan sistem pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar?
3. Bagaimana arahan pengembangan moda transportasi laut yang tepat untuk pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar, dengan mempertimbangkan kebutuhan, kapasitas serta frekuensi yang diperlukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui jenis dan volume sampah anorganik saat ini (2023) dan perkiraan proyeksi volumenya 5 tahun (2024-2028) ke depan di Pulau Barrang Lompo
2. Untuk mengevaluasi kondisi eksisting saat ini mengenai moda dan sistem pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar
3. Untuk menyusun arahan pengembangan moda transportasi laut yang tepat untuk pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar, dengan mempertimbangkan kebutuhan, kapasitas serta frekuensi yang diperlukan

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan membantu peneliti dan mahasiswa lainnya untuk memperluas pemahaman tentang pengangkutan sampah anorganik dari Pulau Barrang Lompo ke daratan di Kota Makassar. Serta dapat memberikan masukan dan bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah khususnya penyediaan

pengangkutan sampah anorganik dari pulau kecil ke daratan Kota Makassar.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Studi ini berfokus pada transportasi pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo yang membahas tentang kondisi eksisting transportasi pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar, timbulan sampah anorganik berbasis jenis sampah di Pulau Barrang Lompo saat ini dan berapa perkiraan proyeksinya 5 tahun ke depan untuk di bawah ke daratan Kota Makassar, serta membuat arahan pengembangan transportasi pengangkutan sampah anorganik di Pulau Barrang Lompo ke daratan Kota Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbulan dan Karakteristik Sampah Pulau

Pengelolaan sampah yang tidak efisien menimbulkan permasalahan sampah yang spesifik baik dari aspek teknis, sosial dan budaya. Dikarenakan kebiasaan dan perilaku masyarakat yang terbiasa membuang sampah sembarangan tanpa memperhatikan komposisi sampah, maka pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang klasifikasi sampah masih sangat rendah. Situasi sampah yang bercampur aduk ini membuat pemerintah dan dinas kebersihan kesulitan mendaur ulang karena banyak bahan yang seharusnya didaur ulang berakhir di TPA (Nasution & Tjahjani, 2019).

Pada pulau-pulau kecil menunjukkan bahwa masalah utama dalam pengelolaan sampah adalah kurangnya lahan untuk pengolahan sampah. Pulau-pulau kecil memiliki luas lahan yang terbatas, sehingga sulit untuk membangun TPA sehingga harus di bawah ke TPA. Namun, banyak juga kendala untuk memindahkan sampah dari pulau ke TPA, antara lain terbatasnya sarana pengangkut sampah dan mahalnya biaya pengangkutan sampah. Selain itu, masyarakat di wilayah tersebut masih belum memahami sistem pengelolaan sampah dan pentingnya pengelolaan sampah (Brier & Jayanti, 2020).

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan (SNI 19-2454-2002). Sedangkan menurut Azka (2016) mengatakan bahwa timbulan sampah adalah jumlah atau banyaknya sampah yang dihasilkan oleh manusia pada suatu daerah. Adapun satuan yang digunakan dalam menentukan timbulan sampah yaitu sebagai berikut.

1. Volume: liter/orang/hari
2. Berat: kg/orang/hari

Faktor-faktor perilaku merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap besarnya timbulan sampah. Dalam menghitung proyeksi timbulan sampah berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan

dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, dengan rumus 1 sebagai berikut.

$$\text{Volume timbulan sampah total} = \text{Vol. sampah/orang} \times \text{Jumlah penduduk} \quad (1)$$

Besaran timbulan sampah dihitung berdasarkan komponen sumber sampahnya yang berpedoman pada SNI 19-3983-1995 dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1. Komponen sumber sampah

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (kg)
1	Rumah permanen	Per orang/hari	2,25 – 2,50	0,350 – 0,400
2	Rumah semi permanen	Per orang /hari	2,00 – 2,25	0,300 – 0,350
3	Rumah non permanen	Per orang/hari	1,75 -2,00	0,250 – 0,300
4	Kantor	Per pegawai/hari	0,50 - 0,75	0,025 – 0,100
5	Toko/Ruko	Per petugas/hari	2,50 – 3,00	0,150 – 0,350
6	Sekolah	Per murid/hari	0,10 - 0,15	0,010 – 0,020
7	Jalan arteri sekunder	Per meter/hari	0,10 -0,15	0,020 – 0,100
8	Jalan kolektor sekunder	Per meter/hari	0,10 – 0,15	0,010 – 0,050
9	Jalan lokal	Per meter/hari	0,05 - 0,1	0, 005 -0,025
10	Pasar	Per meter/hari	0,20 – 0,60	0,1 - 0,3

Sumber: SNI 19-3983-1995

Timbulan sampah sangat diperlukan untuk menentukan dan mendesain peralatan yang digunakan dalam transportasi sampah, fasilitas *recovery material*, dan fasilitas tempat pembuangan akhir (TPA). Sampah dapat dikelola sesuai dengan karakteristik biologisnya, seperti sampah yang dapat dijadikan kompos (misalnya sisa makanan, dedaunan, kebun, pertanian, dll), debu dan limbah berbahaya bagi kesehatan manusia (misalnya limbah industri yang mengandung bahan kimia dan fisik berbahaya) (Nasution & Tjahjani, 2019). Namun menurut Amos Noelaka, sampah dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Sampah Organik merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi masih bisa dipakai, dikelola dan dimanfaatkan dengan prosedur yang benar.
2. Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari bahan non hayati. Ini bisa berupa produk sintetis atau produk dari teknologi pengolahan bahan tambang.

Plastik, botol, gelas, tas, dan kaleng adalah contoh limbah rumah tangga.

3. Sampah B3 meliputi bahan kimia organik dan anorganik serta logam berat yang biasanya berasal dari limbah industri. Bahan berbahaya B3 tidak boleh dicampur dengan sampah organik dan anorganik. Limbah B3 biasanya dikelola oleh badan khusus yang dibentuk sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Nasution & Tjahjani (2019) mengatakan bahwa karakteristik sampah terbagi menjadi komponen, sebagai berikut.

1. Sampah basah disebut juga dengan sampah adalah jenis sampah yang terdiri dari bangkai hewan dan tumbuhan yang terbentuk selama pengolahan, produksi dan pengolahan awal makanan, yang sebagian besar merupakan bahan-bahan yang dapat terurai secara hayati.
2. Sampah kering disebut juga sampah kering adalah sampah yang mudah terbakar dan tidak mudah terbakar yang berasal dari rumah, pusat perbelanjaan dan perkantoran.
3. Abu adalah sisa pembakaran bahan yang mudah terbakar seperti rumah, kantor, dan pabrik industri.
4. Sampah jalanan, juga dikenal sebagai penyapu jalan, adalah limbah yang dihasilkan dari pembersihan jalan dan trotoar oleh orang dan mesin, termasuk kertas, daun, dan bahan lainnya.
5. Bangkai binatang, juga disebut sebagai bangkai binatang, adalah sampah biologis yang berasal dari bangkai binatang yang mati akibat kecelakaan, penyakit, atau alam.
6. Sampah rumah tangga didefinisikan sebagai sampah campuran yang terdiri dari sampah, sampah, dan abu yang berasal dari lingkungan rumah.
7. Bangkai kendaraan adalah sampah dari bangkai mobil, truk, dan kereta api.
8. Limbah padat dari industri pengolahan hasil pertanian dan industri lainnya disebut limbah industri.
9. Limbah konstruksi adalah limbah yang timbul dari pembangunan suatu bangunan seperti rumah, termasuk potongan kayu, tulangan, bambu, dan lain-lain.
10. Sampah khusus merupakan jenis sampah yang memerlukan penanganan khusus. Contohnya adalah film bekas, bahan radioaktif, kaleng cat, dll.

2.2 Perhitungan Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk merupakan prediksi (ramalan) yang didasarkan pada asumsi rasional tertentu yang dibangun untuk kecenderungan masa yang akan datang dengan menggunakan peralatan statistik atau perhitungan matematik (Junaidi, 2010). Sedangkan menurut Lisna (2006) proyeksi penduduk adalah metode perkiraan jumlah penduduk dengan memperhatikan karakteristik penduduk berupa umur serta jenis kelamin. Berikut ini ada beberapa cara untuk memproyeksikan jumlah penduduk masa yang akan datang diantaranya menggunakan metode matematik dan metode komponen, sebagai berikut.

1. Metode aritmatik merupakan metode yang mengasumsikan jumlah penduduk masa depan akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahunnya (Dendy dkk., 2010). Berikut ini rumus 2 dari metode proyeksi aritmatik, sebagai berikut.

$$P_t = P_0 (1 + rt) \quad \text{dengan} \quad r = \frac{1}{t} \left[\frac{P^1}{P^2} - 1 \right] \quad (2)$$

Keterangan:

P_t : jumlah penduduk pada tahun t

P_0 : jumlah penduduk pada tahun dasar

r : laju pertumbuhan penduduk

t : periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

2. Metode geometri, proyeksi penduduk dengan metode geometri menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometri menggunakan dasar perhitungan bunga majemuk (Dendy dkk., 2010). Berikut ini rumus 3 dari metode proyeksi geometri, sebagai berikut.

$$P_t = P_0 (1 + rt)^t \quad \text{dengan} \quad r = \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (3)$$

Keterangan:

P_t : jumlah penduduk pada tahun t

P_0 : jumlah penduduk pada tahun dasar

r : laju pertumbuhan penduduk

t : periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

3. Metode Eksponensial, menurut Adioetomo & Samosir (2010) dalam Dendy

dkk., (2010), metode geometri menganggap bahwa penambahan penduduk hanya terjadi pada satu titik selama kurun waktu tertentu, sementara metode eksponensial menunjukkan peningkatan penduduk secara bertahap sepanjang tahun. Sebagai contoh, rumus 4 metode proyeksi eksponensial adalah sebagai berikut.

$$P_t = P_o e^{rt} \quad \text{dengan} \quad r = \frac{1}{t} \ln \left[\frac{p_t}{p_o} \right] \quad (4)$$

Keterangan:

P_t : jumlah penduduk pada tahun t

P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar

r : laju pertumbuhan penduduk

t : periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

e : bilangan pokok dari sistem logaritma natural (\ln) yang besarnya adalah 2,7182818

2.3 Transportasi Pengangkutan Sampah

Aulania (2020) menjelaskan pengangkutan sebagai kegiatan operasional dari titik pengumpulan terakhir dari suatu siklus pengumpulan sampah ke TPA pada pengumpulan dengan pola individual langsung atau dari tempat pemindahan (*transfer depo, transfer station*). Transportasi pengangkutan serta peralatan yang akan dipakai tergantung dari pola pengumpulan yang dipergunakan. Transportasi sampah adalah sub-sistem persampahan yang bersasaran membawa sampah dari lokasi pemindahan atau dari sumber sampah secara langsung menuju TPA.

Pengangkutan sampah adalah proses memuat sampah yang terkumpul ke dalam truk untuk diangkut ke TPS. Tempat yang digunakan untuk pengangkutan sampah adalah depo pemindahan sampah yang dilengkapi dengan kontainer pengangkut (SNI 19-2454-2002). Tahapan pengangkutan dilakukan dengan beberapa alat transportasi ke TPA. Pada tahapan ini juga melibatkan tenaga yang pada periode waktu tertentu mengangkut sampah dari TPS ke tempat TPA (Arnatha dkk., 2012).

Menurut Sutopo (2019), menyatakan bahwa di antara lima komponen pengangkutan sampah, moda pengangkut sampah merupakan salah satu masalah

utama. Efisiensi pada setiap kegiatan, utamanya moda pengangkutan, merupakan hal penting yang perlu diusahakan karena sangat menentukan efisiensi pengelolaan sampah secara keseluruhan. Kinerja moda pengangkutan sampah yang baik memiliki beberapa kriteria diantaranya cepat, berkapasitas besar, mudah dalam pengoperasian, membutuhkan seminim mungkin jumlah petugas, kompatibel dengan desain bak sampah dan desain jalan, dilengkapi dengan smart teknologi dan sistem informasi, mudah dikenali oleh masyarakat, dan rapi/bersih selama proses pengangkutan berlangsung.

Dalam Tata Cara Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah di Kawasan Pulau Kecil, Kementerian PUPR Tahun 2016 dijelaskan moda pengangkut sampah yang dapat digunakan di pulau kecil adalah motor fukuda atau gerobak digunakan untuk pengumpulan dan kapal digunakan untuk mengangkut sampah dari pulau ke TPA di perkotaan. Ada beberapa persyaratan untuk alat pengangkut sampah dalam SNI 19-2454-2002 adalah sebagai berikut:

1. Alat pengangkut harus dilengkapi dengan penutup sampah, minimal dengan jaring
2. Tinggi bak maksimum 1,6 m
3. Sebaiknya ada alat unkit
4. Alat pengepresan sampah
5. Kapasitas disesuaikan dengan kondisi/kelas jalan yang akan dilalui
6. Bak truk/dasar kontainer sebaiknya dilengkapi pengaman air sampah
7. Disesuaikan dengan kemampuan dana dan teknik pemeliharaan.

2.4 Proses Pengangkutan Sampah

Dalam Permen PU No. 03 Tahun 2013 dijelaskan bahwa pemindahan dan pengangkutan sampah didefinisikan sebagai kegiatan operasional mulai dari titik pengumpulan akhir siklus pengumpulan sampah sampai dengan TPA atau TPS. Hal ini dapat dilakukan dalam rencana individu secara langsung atau dari tempat penampungan/pemindahan sementara (TPS, TPS 3R, SPA) atau tempat penampungan bersama ke TPA atau TPST. Moda pengangkutan serta peralatan yang akan dipakai tergantung dari pola pengumpulan yang dipergunakan. Ada beberapa pedoman dalam melakukan pengangkutan sampah yaitu sebagai berikut:

1. Alat pengumpul (ukuran/kapasitas dan jenis) harus sesuai dengan kondisi jalan. Jika tidak memenuhi tenaga kerja maka kapasitas minimal $1,5 \text{ m}^3$ dan hanya cocok untuk area data.
2. Frekuensi pengambilan ditentukan oleh lokasi servis/perbaikan dan faktor lainnya, dan biasanya 2-4 kali per hari.
3. Jadwal diambil pada saat tidak mempengaruhi kepadatan penduduk tertinggi, sebelum jam 07.00 pagi, jam 10.00 pagi dan 15.00 sore atau setelah jam 17.00.
4. Waktu pengambilan adalah 1 hari, 2 hari atau sampai dengan 3 hari tergantung pada beberapa kondisi seperti: komposisi sampah; Semakin besar organik, semakin kecil siklus layanan.
5. Pengambilan terpisah dilakukan sebagai berikut: troli pemilahan warna misalnya sampah organik hijau, menentukan waktu dan durasi pengumpulan, hanya membutuhkan pengeluaran sampah anorganik pada hari-hari tertentu, troli dengan 2 wadah terpisah, sampah Sampah organik dikumpulkan setiap 1-2 hari, sampah anorganik dipilah 4-8 hari.
6. Perencanaan jangka panjang: mengumpulkan langsung di pemukiman masyarakat yang jalan cukup lebar untuk dilewati truk. Truk dengan kapasitas 6 m^3 hingga 10 m^3 digunakan untuk mengumpulkan sampah dari wadah sampah individu atau wadah sampah umum dengan kapasitas 120 liter hingga 500 liter. Untuk pengumpulan sampah yang lebih efisien, truk dapat dilengkapi dengan lift yang kompatibel dengan wadah sampah konvensional.
7. Rasio pengumpul terhadap jumlah penduduk/volume sampah adalah: 2 agen pengumpul mobil, 1 mobil berkapasitas 1 m^3 , 2 trip per hari, melayani 1.000 orang, dan radius pelayanan tidak melebihi 1.000 m; langsung mengumpulkan dengan truk dengan kapasitas 6 m^3 , 1 kendaraan dengan 2 awak, dilengkapi dengan tempat sampah atau tempat sampah dengan kapasitas hingga 120 liter, dapat melayani 10.000 orang.
8. Penyapuan/pembersihan jalan adalah tanggung jawab pemilik atau pengguna tanah, termasuk kantor (pemerintah/non pemerintah), gedung-gedung besar, rumah sakit, pusat keagamaan dan instansi lain yang berwenang.

Berdasarkan Permen PU No. 3 Tahun 2013, dijelaskan bahwa pengangkutan sampah dari TPS dan/atau TPS 3R ke TPA atau TPST tidak boleh dicampur

kembali setelah dilakukan pemilahan dan pewadahan. Pengangkutan sampah dilaksanakan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Memaksimalkan kapasitas kendaraan angkut yang digunakan
2. Rute pengangkutan sependek mungkin dan dengan hambatan sekecil mungkin
3. Frekuensi pengangkutan dari TPS dan/ atau TPS 3R ke TPA atau TPST dilakukan sesuai dengan jumlah sampah yang ada
4. Ritasi dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi dan efektivitas pengangkutan.

Damanhuri (2008) menyatakan bahwa untuk mendapatkan sistem pengangkutan yang efisien dan efektif maka operasional pengangkutan sampah sebaiknya mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Menggunakan rute pengangkutan yang sependek mungkin dan dengan hambatan yang sekecil mungkin
2. Menggunakan kendaraan angkut dengan kapasitas/daya angkut yang semaksimal mungkin
3. Menggunakan kendaraan angkut yang hemat bahan bakar
4. Dapat memanfaatkan waktu kerja/frekuensi semaksimal mungkin dengan meningkatkan jumlah beban kerja semaksimal mungkin dengan meningkatkan jumlah beban kerja/ritasi pengangkutan.

Sampah dikumpulkan dari sumber sampah dilakukan dengan gerobak sorong, sepeda motor dengan peti atau peti dengan sekat seperti di bawah ini:

1. Mengumpulkan sampah pada sumbernya minimal dua hari sekali,
2. Setiap jenis sampah ditempatkan di tempat sampah masing-masing kendaraan pengumpul atau dijadwalkan pengumpulannya sesuai dengan jenis sampah yang akan diklasifikasikan, dan
3. Sampah diteruskan ke TPS atau TPS 3R tergantung jenisnya.

Pengumpulan sampah adalah cara pengangkutan sampah dari tempat pembuangan sampah ke TPS. Menurut SNI 19-2454-2002 mengenai metode pengelolaan sampah perkotaan, skema pengumpulan sampah meliputi:

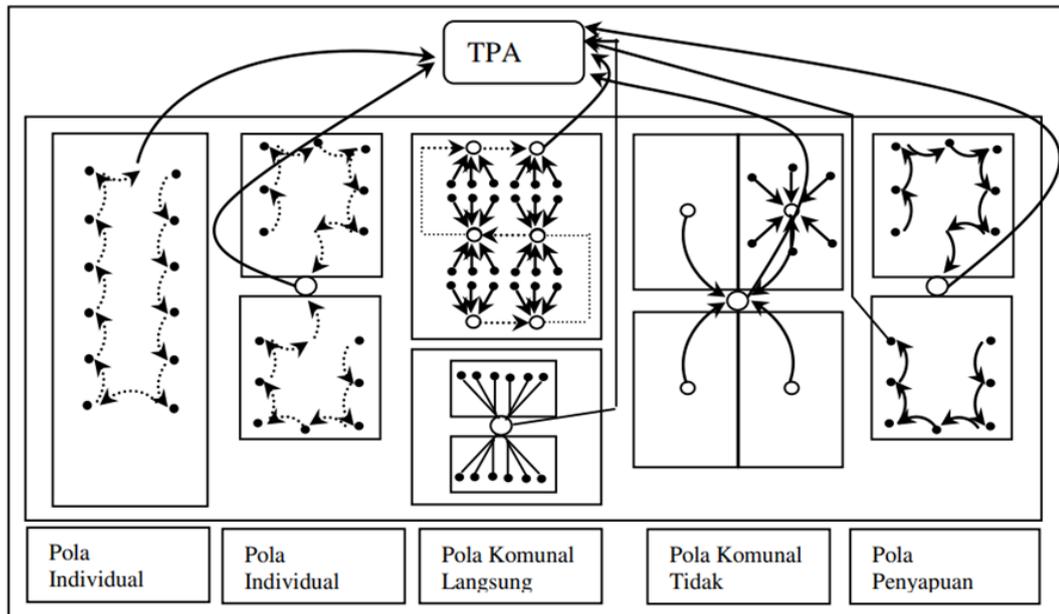
1. Pola individual langsung merupakan tindakan mengumpulkan sampah pada sumbernya sampah yang dibuang dan diangkat langsung ke TPA tanpa melalui kegiatan angkutan termasuk dalam ruang lingkup sistem angkutan langsung

dengan persyaratan sebagai berikut: bagi para praktisi di jalan ibadah, medannya bergelombang (lebih dari 15-40%), hanya peralatan yang mengumpulkan mesin yang dapat beroperasi, kondisi jalan cukup lebar untuk beroperasi tanpa mengganggu peserta lalu lintas lainnya, kondisi layak dan jumlah kendaraan, timbunan sampah lebih besar dari 0,3 m³/hari.

2. Pola individual tidak langsung adalah proses pengumpulan sampah dari semua sumber sampah ke lokasi transshipment sebelum diangkut ke tempat pengolahan akhir, termasuk dalam sistem pengangkutan secara tidak langsung dengan ketentuan sebagai berikut: daerah yang partisipasi masyarakatnya masih pasif; tanah yang tersedia untuk dialihkan; kolektor non-mekanis (troli, trailer) dapat digunakan di daerah yang medannya relatif datar (rata-rata kurang dari 5%) dan kolektor masih dapat menjangkau lurus; kondisi lebar yang dapat dilalui oleh alat jemput dan antar jemput tanpa mengganggu pengguna jalan lainnya; dan harus ada organisasi yang bertanggung jawab untuk pengumpulan sampah.
3. Pola komunal langsung adalah proses pengumpulan sampah dari setiap lokasi komune dan mengangkutnya ke lokasi pengolahan akhir. Model ini dapat diterapkan secara tidak langsung pada sistem transportasi dalam kasus-kasus berikut: jumlah alat angkut yang terbatas; kemampuan yang relatif lemah untuk mengelola personel dan peralatan; tempat-tempat di mana sumber sampah tertentu sulit diakses oleh pengepul (seperti gang, daerah perbukitan); tingkat partisipasi masyarakat yang tinggi; tempat sampah terlalu besar.
4. Pola komunal tidak langsung adalah proses pengumpulan sampah dari setiap titik pengumpulan umum ke titik transfer selama 20 menit sebelum diangkut ke tempat pengolahan akhir. Secara tidak langsung dimasukkan ke dalam sistem transportasi dengan persyaratan sebagai berikut: keterlibatan masyarakat yang kuat; wadah umum ditempatkan jika perlu dan di tempat yang mudah diakses oleh pengumpul; tanah yang tersedia untuk dialihkan; dan medan yang relatif datar.
5. Pola penyapuan jalan adalah proses pengumpulan sampah hasil penyapuan jalan, terutama jalan utama, tempat parkir, halaman rumput, dll. Setelah dikirim ke lokasi pengiriman, hasil scan dikirim ke TPA. TPA memproses hasil scan jalan dengan berbagai cara tergantung fungsi dan nilai area yang dilayani. Penyapu

harus mengetahui metode pemindaian untuk setiap area, seperti trotoar, tanah, atau rumput. Hasil scan jalan dikumpulkan dan diproses di TPA.

Untuk lebih jelasnya mengenai pola pengumpulan sampah dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Pola pengumpulan sampah
Sumber: SNI 19-2454-2002

Tabel 2. Keterangan pola pengumpulan sampah

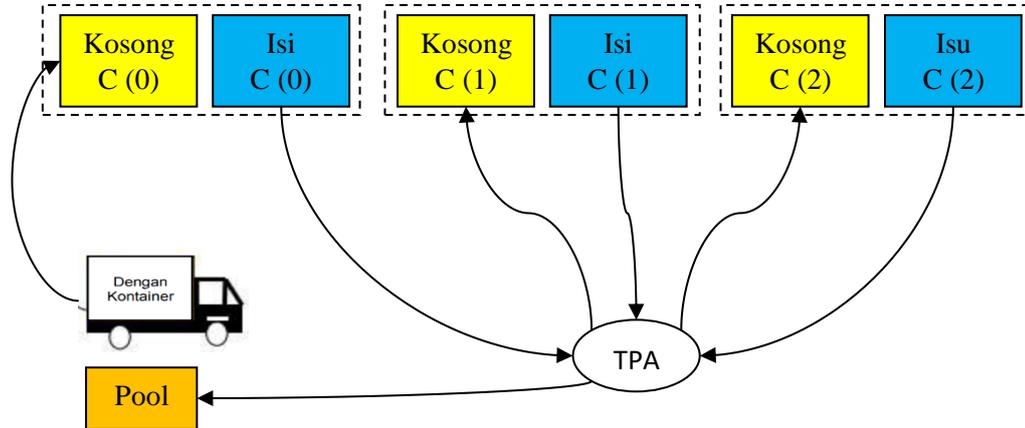
Pola Pengumpulan Sampah	
●	Sumber Timbulan Sampah Pevadahan Individu
○	Pevadahan Komunal
○	Lokasi Pemindahan
→	Gerakan Alat Pengangkut
- - - - ->	Gerakan Alat Pengumpul
● →	Gerakan Penduduk ke Wadah Komunal

Sumber: SNI 19-2454-2002

Pola pengangkutan sampah dapat dilakukan berdasarkan sistem pengumpulan sampah. Jika pengumpulan dan pengangkutan sampah menggunakan sistem pemindahan (TPS/TPS 3R) atau sistem tidak langsung, proses pengangkutannya dapat menggunakan sistem kontainer angkat (*Hauled Container System = HCS*) ataupun sistem kontainer tetap (*Stationary Container System = SCS*). Sistem kontainer tetap dapat dilakukan secara mekanis maupun manual. Sistem mekanis menggunakan *compactor truck* dan kontainer yang kompatibel dengan jenis truknya. Sedangkan sistem manual menggunakan tenaga kerja dan kontainer dapat

berupa bak sampah atau jenis penampungan lainnya.

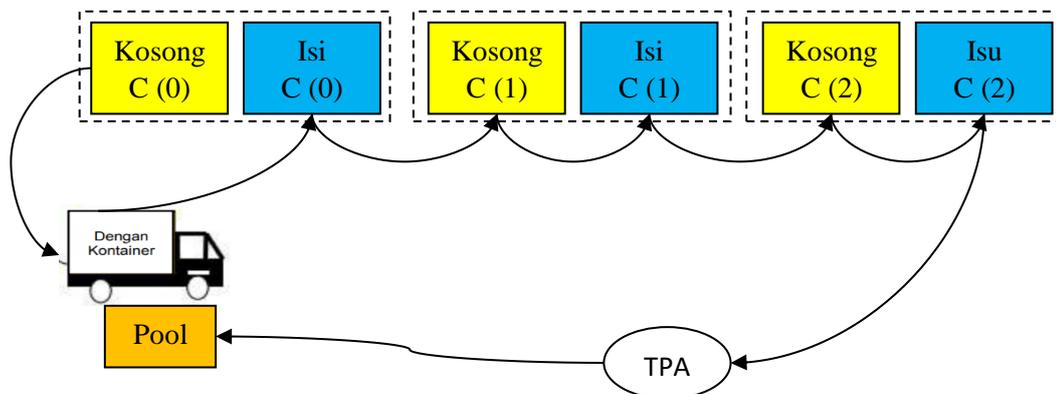
1. Sistem Kontainer Angkat (*Hauled Container System = HCS*) seperti pada Gambar 2 berikut ini:



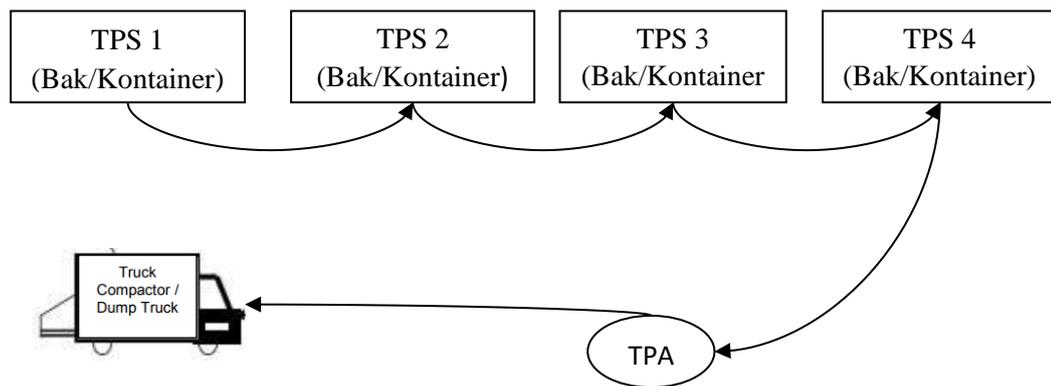
Gambar 2. Pola kontainer angkat
 Sumber: Permen PU No. 03 Tahun 2013

Proses pengangkutan kendaraan dari pool diawali dengan mengangkut peti kemas kosong ke tempat yang dapat diganti atau mengumpulkan peti kemas yang sudah penuh kemudian diangkut ke TPA. Dari tempat pembuangan, kendaraan kemudian diangkut ke wadah penuh berikutnya, dan proses ini berlanjut hingga pengapalan akhir.

2. Sistem pengangkutan dengan kontainer tetap (SCS). Sistem ini umumnya digunakan untuk peti kemas kecil dan alat pengangkut pematat yang dioperasikan secara mekanis atau manual seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 3. Pengangkutan dengan SCS mekanis
 Sumber: Permen PU No. 03 Tahun 2013



Gambar 4. Pengangkutan dengan SCS manual
 Sumber: Permen PU No. 03 Tahun 2013

Pengangkutan SCS secara manual artinya kendaraan dari pool menuju kontainer pertama, sampah dimasukkan ke dalam kompaktor dan meletakkan kembali kontainer yang kosong, kendaraan menuju kontainer berikutnya sampai truk penuh untuk kemudian menuju TPA, dan demikian seterusnya sampai rit terakhir. Sedangkan pengangkutan dengan SCS manual yaitu: kendaraan dari pool menuju TPS pertama, sampah dimuat ke dalam truk kompaktor atau truk biasa, kendaraan menuju TPS berikutnya sampai truk penuh untuk kemudian menuju TPA, dan demikian seterusnya sampai rit terakhir (Permen PU No. 03 Tahun 2013).

Pengaturan rute pengangkutan sangat penting dalam penanganan sampah di pemukiman karena terkait dengan penyimpanan sampah di TPS. Jika pengangkutan mengalami kendala dan tidak dapat mengangkut sampah sesuai dengan jadwal pengangkutan, maka akan terjadi penumpukan sampah di TPS dan secara langsung akan mempengaruhi kondisi lingkungan sekitar TPS (Permen PU No. 3 Tahun 2013). Beberapa faktor yang mempengaruhi operasional pengangkutan yaitu:

1. Pola pengangkutan yang digunakan
2. Alat angkut yang digunakan
3. Jumlah personil dan
4. Lokasi TPS atau TPST.

Berdasarkan Permen PU No. 03 Tahun 2013 menjelaskan bahwa rute transportasi dibuat untuk mengoptimalkan penggunaan peralatan dan pekerja. Rute pengumpul sering dicoba berkali-kali karena tidak bisa digunakan di segala kondisi. Rekomendasi yang dapat digunakan untuk membuat rute sangat bergantung pada

beberapa faktor, seperti:

1. Peraturan lalu lintas yang ada,
2. Pekerja, ukuran, dan tipe alat angkut,
3. Jika memungkinkan, rute dibuat mulai dan berakhir di dekat jalan utama, gunakan topografi dan kondisi fisik daerah sebagai batas rute,
4. Pada daerah berbukit, usahakan rute dimulai dari atas dan berakhir di bawah
5. Rute dibuat agar kontainer/TPS terakhir yang akan diangkut yang terdekat ke TPA,
6. Timbulan sampah pada daerah sibuk/lalu lintas padat diangkut sepagi mungkin,
7. Daerah yang menghasilkan timbulan sampah terbanyak, diangkut lebih dahulu, dan
8. Daerah yang menghasilkan timbulan sampah sedikit, diusahakan terangkut dalam hari yang sama.

2.5 Tempat Penampungan Sementara (TPS)

Sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah harus dilaksanakan secara holistik dan terpadu dari hulu ke hilir dengan pendekatan ekonomi sirkular oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah dan masyarakat, sehingga memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan. Pengelolaan sampah perkotaan tidak beda jauh dengan pengelolaan sampah yang ada di pulau, dimana membutuhkan sebuah proses mulai dari wadah hingga pengolahan akhir sampah yang terintegrasi dengan pemilahan di sumbernya (SNI 19-2454-2002). Pada dasarnya, TPS berfungsi sebagai alat pengumpul alat pengangkut sampah yang dapat diserahkan langsung atau melalui TPS.

1. Klasifikasi Pengelolaan dan Tipe TPS

Berdasarkan SNI 3242-2008 TPS diklasifikasikan menurut sistem pengelolaan dan tipe TPS yang dijelaskan di bawah ini:

a. Klasifikasi Pengelolaan

Klasifikasi pengelolaan berdasarkan lingkungan permukiman yang ada yaitu:

- 1) 1 Rukun tetangga dengan jumlah penduduk 150 – 250 jiwa (30 – 50 rumah)
- 2) 1 Rukun warga: 2.500 jiwa (\pm 500 rumah)

3) 1 kelurahan: 30.000 jiwa penduduk (\pm 6.000 rumah)

4) 1 kecamatan: 120.000 jiwa (\pm 24.000 rumah)

b. Klasifikasi TPS

Klasifikasi TPS dapat dilihat sebagai berikut:

1) TPS tipe I

Tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah memiliki ruang pemilahan, gudang, dan landasan kontainer, dengan luas lahan \pm 10 hingga 50 m².

2) TPS tipe II

Tempat pemindahan sampah dari truk pengumpul ke truk terdapat ruang pemilahan (10 m²), pengomposan sampah organik (200 m²), gudang (50 m²), tempat pemindahan sampah dengan alas bak (60 m²), dan pekarangan luas \pm 60 s/d 200 m².

3) TPS Tipe III

Tempat pengangkutan sampah dari truk pengumpul ke truk memiliki ruang pemilahan (30 m²), pengomposan sampah organik (800 m²), gudang (100 m²), tempat pemindahan sampah dengan anjungan penyimpanan (60 m²) dan tempat penyimpanan sampah lebih dari 200 m².

c. Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi peralatan dan bangunan minimal yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi peralatan

No	Jenis Peralatan	Kapasitas Pelayanan			Umur Teknis (Tahun)
		Volume	KK	Jiwa	
1	Wadah Komunal	0,5-1,0 m ³	20-40	100-200	
2	Komposter Komunal	0,5-1,0 m ³	10-20	50-100	
3	Alat Pengumpul: Gerobak sampah bersekat/sejenisnya	1 m ³	128	640	2-3
4	Container arm roll truck	6 m ³ 10 m ³	640 1.375	3.200 5.330	5-8
5	TPS Tipe I Tipe II Tipe III	100 m ² 300 m ² 1000 m ²	500 6000 24.000	2.500 30.000 120.000	20
6	Bangunan pendaur ulang Sampah skala lingkungan	150 m ²	600	3.000	20

Sumber: SNI 3242:2008

2.6 Pemrosesan Akhir Sampah (TPA)

Pengolahan akhir sampah merupakan tahap akhir dari suatu sistem pengelolaan sampah dimana sampah disimpan di tempat pembuangan sampah untuk mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. UU No. 18 tahun 2008 menjelaskan bahwa mengubah limbah menjadi sumber daya dan meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan. Apabila pertumbuhan penduduk dan kemajuan ekonomi suatu kota tidak diiringi dengan upaya perbaikan dan peningkatan kinerja sistem pengelolaan sampah, maka peningkatan jumlah sampah akan menimbulkan masalah lingkungan (Samin dkk., 2017).

Damanhuri (1995) dalam Yustikarini (2017) mengatakan bahwa permasalahan penanganan sampah yang sering muncul di TPA yaitu polusi udara, bau dan pandangan yang tidak sedap, asap yang terbakar, pencemaran limbah, kebisingan dan dampak sosial adalah masalah pembuangan limbah yang paling umum di TPA. Menurut SNI 03-3241-1994, TPA merupakan titik akhir dari suatu sistem pengolahan sampah dan tempat berlangsungnya kegiatan pengolahan akhir, mereka juga berfungsi sebagai tempat mengumpulkan dan mengisolasi sampah kota untuk memastikan keamanan dan tidak mencemari lingkungan.

2.7 Studi Banding

Studi banding dilakukan untuk mengevaluasi metode pembuangan atau pengangkutan sampah yang efektif di pulau itu, baik di dalam maupun luar negeri. Studi banding ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Kepulauan Seribu, Daerah Khusus Jakarta

Suku Dinas Lingkungan Hidup (Sudin LH) Kepulauan Seribu merupakan instansi pemerintah yang menangani masalah lingkungan, termasuk persampahan di Kepulauan Seribu. Hakikatnya, sampah menjadi tanggung jawab bersama, tidak hanya instansi pemerintah, namun masyarakat turut wajib bertanggung jawab. Setiap harinya kurang lebih 12 ton sampah berhasil dikumpulkan para petugas kebersihan dinas lingkungan hidup kepulauan seribu DKI Jakarta, tak hanya menyusuri pesisir teluk Jakarta yang kerap tercemar sampah plastik, namun mereka

rutin melakukan kunjungan ke berbagai pulau di kepulauan seribu, untuk mengangkut sampah dari pulau-pulau berpenduduk maupun pulau wisata.

Hal ini dilakukan guna mencegah sampah-sampah khususnya sampah plastik yang dibuang langsung ke lautan yang mencemari perairan DKI Jakarta. Para DLH Kepulauan Seribu mengunjungi pulau-pulau yang ada di Kepulauan Seribu untuk mengangkut sampah-sampah yang ada pulau, selama proses perjalanan petugas kebersihan juga mengangkut sampah yang terapung di tengah laut. Ada 13 kapal yang siap membersihkan kepulauan seribu, yang menjadi tombak utama DLH Kepulauan Seribu dalam membersihkan sampah di perairan ibu kota, setiap harinya dari Pelabuhan Doking penjarangan Jakarta Utara, 13 kapal pengangkut sampah tersebut disebar dengan zona berbeda.

Salah satu pengangkutan sampah yang ada di pulau yang biasa dilakukan, yaitu pengangkutan sampah residu yang merupakan jenis sampah yang sulit didaur ulang sehingga dalam penanganannya, sampah residu dibawa ke TPST untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut. Beberapa jenis sampah yang termasuk sampah residu, yaitu styrofoam, popok sekali pakai, pembalut sekali pakai, kantong kresek, dan lain-lain. Sampah residu di Kepulauan Seribu merupakan salah satu jenis sampah yang cukup dominan setelah sampah organik, yakni sekitar 30–40%. Pengangkutan sampah residu di tiap pulau dilakukan menggunakan kapal Sudin LH Kepulauan Seribu dimana dalam satu bulan jumlah ritasinya sekitar 3–10 kali tergantung jarak pulaunya. Adapun proses pemindahan sampah di kapal ke truk kontainer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 5. Proses pemindahan sampah dari dermaga ke kapal pengangkut sampah
Sumber: DAAI Magazine, 2020



Gambar 6. Proses pemindahan sampah dari kapal ke truk kontainer
Sumber: DAAI Magazine, 2020

Berkat upaya pemerintah provinsi dalam menggalakkan pengelolaan dan pembuangan sampah yang dibuang ke perairan Jakarta Utara volume sampah menurun

2. Venesia, Italia

Venesia adalah ibu kota Italia dan merupakan ibu kota wilayah Veneto dan Provinsi Venesia. Kota ini meliputi area seluas 412 km². Pada tahun 2020, sekitar 258.685 orang tinggal di Comune di Venesia, atau Venesia Raya. Kota ini terkenal dengan gondola dan transportasi airnya yang digunakan sebagai transportasi utama untuk kemana-mana dalam kota, bahkan dalam hal pengangkutan sampah Kota Venesia juga menggunakan transportasi air untuk mengangkut sampah-sampah dari masyarakat.

Kota Venesia warganya diwajibkan untuk memilah sampahnya sebelum diangkut oleh petugas kebersihan, dimana sampah rumah tangga dibagi menjadi tiga bagian dengan jadwal pengumpulan sampah yang berbeda-beda. Setelah sampah setelah dipilah warga membawa sampah tersebut ke titik pengumpulan sampah dari jam 06.00 sampai 08.30 yang akan kemudian diangkut oleh petugas kebersihan menggunakan gerobak besi sorong.

Pengangkutan sampah yang dilakukan oleh petugas kebersihan dilakukan dengan sistem individual (*door to door*) dengan jadwal yang telah ditentukan. Petugas mengangkut sampah menggunakan gerobak besi, yang kemudian diangkut ke perahu sampah. Perahu sampah yang digunakan sudah dilengkapi dengan alat

crane yang memudahkan petugas untuk mengangkat sampah dari gerobak ke dalam perahu sampah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Gerobak besi sampah Venesia, Italia

Sumber: Corriere Del Veneto, 2022

Pada proses pengumpulan sampah kertas kardus dan tetra pak (minuman kemasan) yang dilakukan pada hari senin, rabu dan jumat dari jam 08.30 sampai 12.00, dimana untuk sampah kertas kardus dan tetra pak dilarang dimasukkan ke dalam kantong plastik, selanjutnya untuk pengangkutan sampah gelas plastik dan kaleng (anorganik) dilakukan pada hari selasa kamis dan sabtu dengan jam yang sama yaitu 08.30 sampai 12.00, untuk sampah ini dibungkus menggunakan kantong plastik yang ditandai dengan stiker biru, dimana untuk semua sampah anorganik tidak boleh mengandung residu makanan atau produk didalamnya, dan untuk pengangkutan sampah sisa makanan (organik) diangkut setiap hari kecuali hari libur dari jam 08.30 sampai 12.00, yang dikemas dengan baik untuk menghindari bau tak sedap.

Setelah semua sampah dikumpulkan oleh petugas kebersihan, sampah kemudian dibawa ke kapal pengangkut sampah. Kapal tersebut dapat menampung sampai 20 gerobak sampah sorong, dimana kapal tersebut telah disediakan tongkang yang berukuran 30-50 m. Proses pemindahan dilakukan oleh petugas yang ada di kapal dengan cara mengaitkan gagang gerobak dengan alat *crane* kapal yang kemudian akan dipindahkan ke dalam tempat penampungan sampah kapal atau tongkang kapal. Adapun proses pemindahan sampah dari gerobak ke dalam tongkang kapal dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Kapal sampah Venesia, Itali

Sumber: Matheww Anderson, 2018 dan Redazione Shipping Italy, 2022

Setelah sampah dikumpulkan yang umumnya dilakukan pada pagi hari, selanjutnya kapal membawa sampah-sampah tersebut ke stasiun transfer Pulau Sacca San Biagio, dari ujung barat kota. Dari sana sampah tersebut akan kemudian diangkut secara bergiliran ke pabrik daur ulang dan penyimpanan Porto Marghera. Adapun proses pemindahan tongkang kapal ke dalam tongkang kapal yang akan membawahi sampah tersebut Porto Marghera, dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9. Proses pemindahan sampah

Sumber: Matheww Anderson, 2018

3. Pulau Bunaken

Pulau Bunaken memiliki luas 8,08 km² yang terletak di Teluk Manado di Pulau Sulawesi Utara, Indonesia. Teknik pengelolaan sampah di Pulau Bunaken baik sampah dari masyarakat maupun penginapan (*homestay*) sama persisnya yaitu membakar langsung di halaman depan rumah atau penginapan. Dari segi pewardahan, sampah yang berasal dari daratan berupa organik dan anorganik dipilah berdasarkan jenis kemudian sampah organik dilakukan pengomposan skala rumah tangga yang dilakukan masyarakat di Kelurahan Alung Banua sedangkan sampah

anorganik berupa botol plastik akan diolah menggunakan mesin pencacah yang telah disediakan pemerintah Kota Manado (Manik dkk., 2016).

Program pengurangan sampah dapat dimulai dari sistem pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah sehingga dapat diimplementasikan pada setiap tahapan sistem pengelolaan sampah. Idealnya, program pengurangan sampah bisa dimulai dari wadahnya. Oleh karena itu, pengadaan wadah sampah yang disediakan secara pribadi haruslah mengikuti ketentuan sebagai berikut: jumlah wadah sampah yang digunakan 3 buah per rumah agar sampah yang dihasilkan dapat diolah secara maksimal, jenis atau bahan wadah sampah organik dan anorganik berupa tong sampah berpenutup dan menempatkan wadah sampah organik dan anorganik di bagian halaman depan rumah (Manik dkk., 2016).

Menurut Manik dkk., (2016) pola pengumpulan sampah masyarakat mengumpulkan sampah menggunakan wadah seperti karung atau karton bekas, dikarenakan di Pulau Bunaken tidak tersedianya sarana TPS maka masyarakat hanya membuang sampah ke lahan kosong/pesisir pantai Non TPS sehingga pola pengumpulan hanya pada titik lokasi yang dijadikan tempat penampungan sampah sementara di badan jalan dan pesisir pantai. Proses pengangkutan sampah berdasarkan 2 cara yakni, cara pertama hasil pemilahan sampah seperti botol botol untuk diolah menggunakan mesin pencacah kemudian diangkut menggunakan perahu motor kemudian dijual. Cara kedua yaitu sampah yang berasal dari pesisir pantai dilakukan pembersihan pantai setiap 3 kali seminggu kemudian diangkut menggunakan kapal motor.

Adapun transportasi yang digunakan oleh petugas kebersihan saat mengangkut sampah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Transportasi kapal sampah di Pulau Bunaken, Manado
Sumber: Nuradnan, 2021

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 4. Penelitian terdahulu

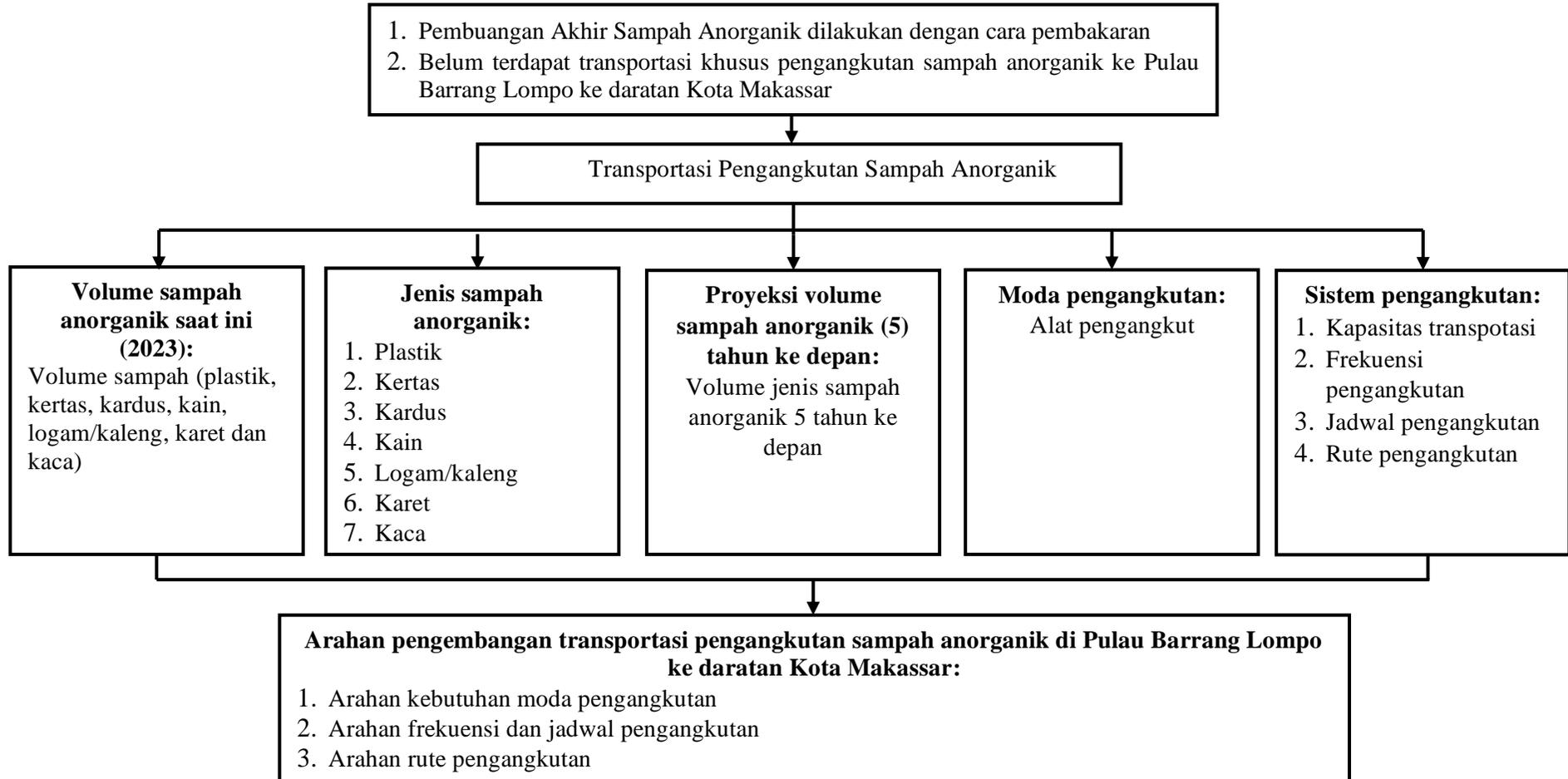
No	Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Output
1	Muhammad Irfan 2019	Arahan Pengembangan Rute dan Armada Pengangkutan Sampah Kota Makassar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui kondisi ideal moda dan rute berdasarkan NSPM dan penelitian yang terkait 2. Mengidentifikasi kondisi eksisting rute dan armada pengangkutan sampah pada lokasi studi 3. Memberikan arahan pengembangan rute dan armada pengangkutan sampah di Kecamatan Ujung Pandang. 	Rute dan Transportasi pengangkutan Sampah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proyeksi timbulan sampah 2. Analisis ritasi pengangkutan 3. Analisis armada pengangkutan 4. Analisis TPS 5. Analisis rute dan waktu 	Kondisi ideal pengangkutan sampah dipengaruhi oleh rute dan armada pengangkutan sampah.
2	Azizah Putri Abdi 2020	Konsep Sistem Pengangkutan Sampah Pulau Barrang Lompo Dan Barrang Caddi,	Mewujudkan suatu konsep pengangkutan sampah yang diaplikasikan di pulau-pulau lainnya dalam aspek rute, moda dan	Moda dan Penjadwalan Pengangkutan Sampah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis sintesis literatur 2. Proyeksi jumlah penduduk 3. Proyeksi timbulan 	Rekomendasi strategi untuk meningkatkan kinerja TPS 3R yaitu peningkatan partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah,

No	Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Output
		Kota Makassar	penjadwalan, eksisting sistem pengangkutan sampah serta konsep sistem pengangkutan sampah di Pulau Barrang Lompo dan Barrang Caddi		<p>sampah</p> <p>4. Analisis kebutuhan armada</p> <p>5. Analisis kebutuhan TPS</p> <p>6. Analisis spasial</p> <p>7. Metode <i>Expert Choice</i></p>	<p>peningkatan kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya, memaksimalkan lahan TPS 3R, peningkatan kualitas SDM pengelola, pengadaan pengangkutan sampah terpilah, peningkatan pelayanan pengangkutan sampah ke TPS 3R, dan pengadaan transportasi laut untuk pengangkutan sampah ke luar pulau</p>
3	Wero Febriadi Mandala 2016	Kendala dan Strategi Pengelolaan Sampah Pulau Barrang Lompo	Mengetahui komposisi sampah daratan dan perairan pulau kecil padat penduduk serta kendala yang dihadapi dalam pengelolaan sampah.	<p>1. Timbulan Sampah</p> <p>2. Pengelolaan (bank sampah)</p> <p>3. Kendala dan Strategi Pengelolaan</p>	<p>1. Penentuan sampel timbulan sampah</p> <p>2. <i>Overall Equipment Effectiveness</i></p> <p>3. Proyeksi Penduduk</p> <p>4. Analisis <i>Severity Inde</i></p>	Mengetahui komposisi sampah daratan dan perairan pulau kecil padat penduduk serta kendala yang dihadapi dalam pengelolaan sampah sehingga dapat dirumuskan strategi yang tepat untuk mengelola sampah di pulau tersebut.
4	Sodikin 2015	Arahan Dan Manajemen Pengangkutan	Memberikan Arahan dan manajemen pengangkutan sampah dilakukan dengan	TPS dan Transportasi Pengangkutan	1. Perhitungan volume sampah dalam sehari	Merekomendasikan arahan dan manajemen pengangkutan sampah

No	Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Output
		Sampah Di Kecamatan Pondok Gede Kota Bekasi	penentuan jumlah TPS dan jumlah truk yang dibutuhkan agar semua sampah terlayani dan bisa terangkut.	Sampah	<ol style="list-style-type: none"> 2. Perhitungan kebutuhan TPS 3. Analisis faktor manajemen pengangkutan sampah 	dilakukan dengan penentuan jumlah TPS dan jumlah truk yang dibutuhkan agar semua sampah terlayani dan bisa terangkut.
5	I Made Arnatha 2012	Studi Optimasi Teknis Operasional Pengumpulan Dan Pengangkutan Sampah Dengan Model Simulasi	Optimalisasi dan efisiensi pengumpulan limbah dan manajemen transportasi untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat dengan pendekatan model Simulasi.	Manajemen Transportasi Pengangkutan Sampah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proyeksi jumlah sampah 2. Kendaraan yang dibutuhkan 3. Jarak yang paling efisien dalam mengangkut sampah 	Optimalisasi dan efisiensi pengumpulan limbah dan manajemen transportasi untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat dengan pendekatan model Simulasi

Sumber: Penulis, 2023

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 11. Kerangka Konsep

Sumber: Penulis, 2023