

Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Mapanget Kota Manado

Andrew Isac Adam^{#1}, Isri R. Mangangka^{#2}, Herawaty Riogilang^{#3}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹andrew.mada99@gmail.com; ²isri.mangangka@unsrat.ac.id; ³hera28115@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Mapanget merupakan salah satu kecamatan di Kota Manado yang padat akan penduduk dan memiliki wilayah. Sistem pengangkutan di kecamatan mapanget masih belum optimal, dilihat dari kondisi hanya ada 1 bangunan TPS, banyaknya TPS ilegal yang ada, proses pengangkutan yang lebih melibatkan motor sampah dari pada truk dan mobil. Hal ini berdampak pada kondisi pengangkutan baik dari segi jam kerja dan jarak yang ada. Penelitian dilakukan untuk mengoptimalkan sistem pengangkutan yang ada, dengan dilakukan observasi langsung dilapangan meliputi kondisi eksisting, selama 6 hari kepada 6 kendaraan pengangkut yang ada dengan menggunakan metode perhitungan Stasionary Container Sistem (SCS), dalam perencanaan yang akan dibuat, akan di hitung proyeksi penduduk dan timbulan sampah di tahun 2031 sehingga di ketahui kebutuhan pengangkutan di tahun 2031, dalam kondisi eksisting diketahui bahwa waktu off route yang ada begitu besar berkisar 0.16-1.40 jam/hari nilai ini telah melewati batas yang di tetapkan ≤ 0.15 (Tchobanoglous et al., 1993), setelah di optimalkan waktu off route hanya mencapai 0.08 jam sehingga tidak melewati batas yang ditetapkan, dalam pengoptimalan pengangkutan di buat skenario penanganan dengan ritasi mencapai 3-4 rit/hari dan jam kerja mencapai 5-8 jam/hari untuk setiap kendaraan dengan presentase pengangkutan mencapai 100%. Ditahun 2031 membutuhkan 9 kendaraan pengangkut agar tercukupi kebutuhan pengangkutan. Penelitian selanjutnya dapat meneliti kebutuhan bangunan TPS di tiap kelurahan.

Kata kunci – pengangkutan, TPS, optimal, truk, Mapanget

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kecamatan Mapanget adalah salah satu kecamatan di Kota Manado yang padat akan penduduk, dan daerah terluas yang ada di Kota Manado, Sistem pengolahan sampah di kecamatan Mapanget tidak mengalami pengolahan lebih lanjut dari sumber sampah ke tempat

pemrosesan akhir (TPA) Sumompo. Dalam (SNI 19-2454-2002) menyatakan teknis operasional pengolahan sampah perkotaan yang dimana mulai dari timbulan sampah baik itu dari sektor perumahan atau sektor non perumahan lalu melalui proses pemilahan atau pewadahan dari sumbernya, pengumpulan, pengangkutan dan melalui tahap akhir di TPA. Sistem pengangkutan sampah dikecamatan Mapanget menggunakan sistem lokasi, berdasarkan hasil wawancara dengan salah seorang petugas persampah di kecamatan Mapanget (bapak Hiskia) menyatakan bahwa di kecamatan Mapanget hanya ada 1 bangunan tempat penampungan sementara (TPS), yang akan digunakan ketika TPA mengalami kemacetan atau permasalahan, sehingga banyak terbentuknya TPS ilegal disembarang tempat, sehingga proses pengangkutan sampah di kecamatan Mapanget memakan waktu yang banyak. Sistem pengangkutan sampah yang ada lebih melibatkan motor-motor sampah yang ritasi per harinya mencapai 1-2 ritasi per hari, sedangkan untuk armada truk dan mobil sampah hanya 1 ritasi per hari, sehingga truk pengangkut yang ada tidak digunakan dengan efisien.

Dalam (PERMEN PU NO.03/PRT/M/2013) menyatakan bahwa motor sampah hanya sebagai sarana pengumpul yang nantinya truk sampah akan bertugas mengambil sampah yang ada lalu akan di bawah ke TPA, sehingga truk sampah adalah media utama dalam pengangkutan sampah.

Di tahun 2020 penduduk di kecamatan Mapanget mencapai 58.370 jiwa, jika diasumsikan jumlah timbulan sampah per orang adalah 2.5 liter (SNI-19-3983-1995), maka timbulan sampah di kecamatan Mapanget sebesar 145.92 m³ per hari dan daya angkut berkisar 116 m³ yang dihitung dengan jumlah kapasitas pengangkut yang ada maka presentase playanan di kecamatan Mapanget hanya mencapai 79.50 %.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu.

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget, mengapa belum optimal ?
2. Bagaimana kebutuhan pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget pada tahun 2031 ?

3. Bagaimanakah sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget yang optimal?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget Kota Manado yang optimal.

D. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

1. Hanya menyangkut sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget;
2. Analisa hanya terhadap jalur pengangkutan yang dimasuki oleh mobil dan truk pengangkut sampah;
3. Kajian terhadap sistem pengangkutan sampah di kecamatan Mapanget mengacu pada ketentuan SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.

Tikala dan sebelah barat dengan Kecamatan Singkil. Penelitian dilakukan dengan observasi langsung di lapangan kepada 6 armada pengangkutan yang ada yang terdiri dari truk dan mobil pengangkut sampah. Peralatan yang akan digunakan adalah *stopwatch* untuk mengukur waktu dalam pengangkutan sampah, pembongkaran sampah, dan waktu *off route*

A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan pengukuran dan pengamatan langsung pada sistem sampah di kecamatan Mapanget. Pengukuran dan pengamatan yang dilakukan meliputi:

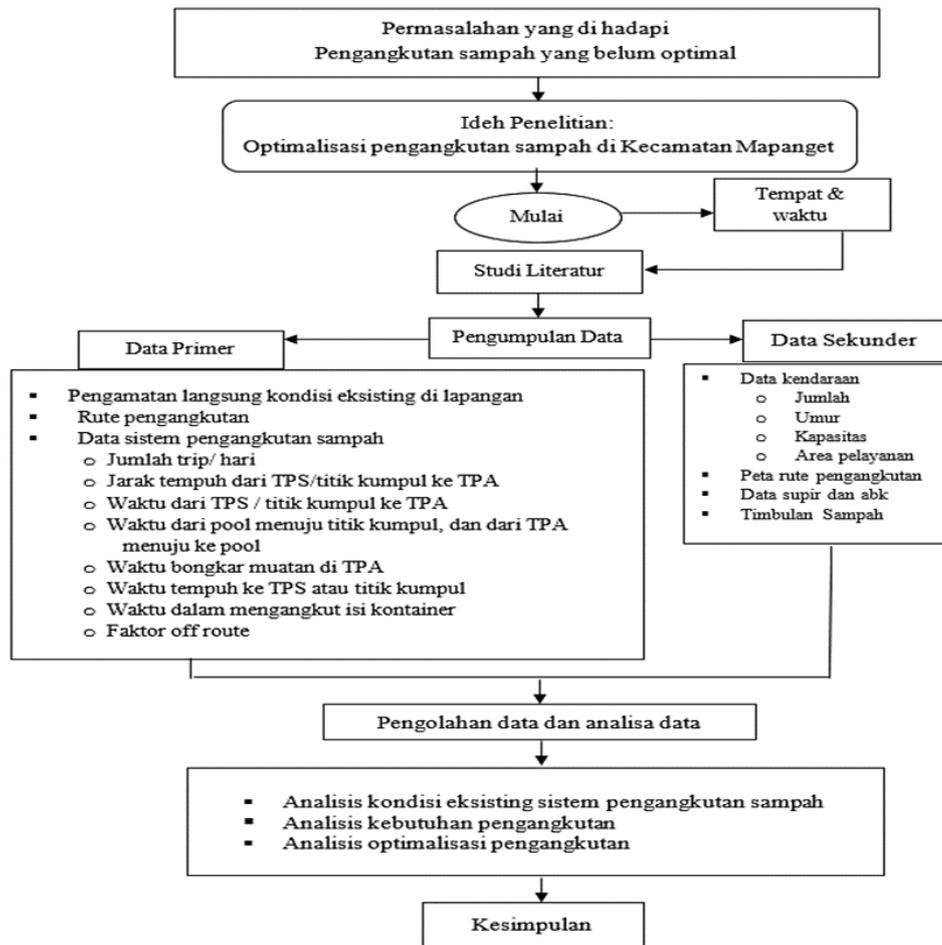
1. Pengamatan langsung kondisi eksisting di lapangan;
2. Rute pengangkutan sampah;
3. Data sistem pengangkutan dengan metode SCS.

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi pemerintah yang terkait, diantaranya Kantor kecamatan Mapanget, Dinas lingkungan hidup Kota Manado. Data yang dibutuhkan meliputi:

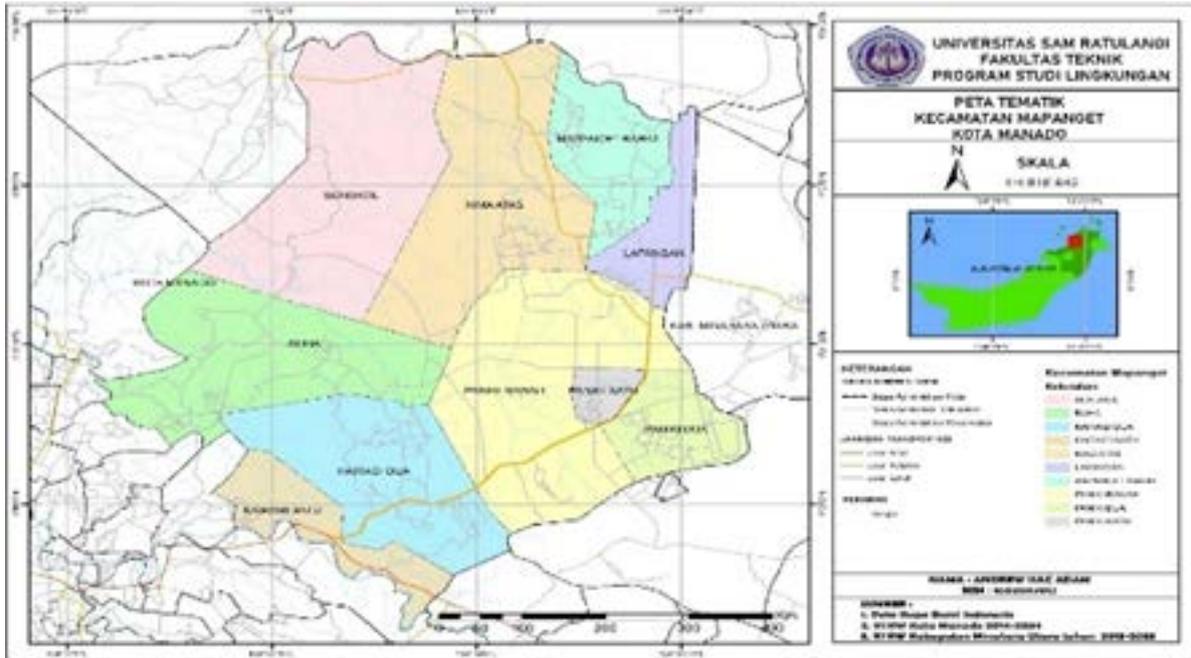
1. Data kendaraan berupa kapasitas kendaraan, areah pelayanan, dan jumlah kendaraan yang ada;
2. Peta rute pengangkutan sampah;
3. Data timbulan sampah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Kecamatan Mapanget merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kota Manado. Letaknya berbatasan langsung dengan Kabupaten Minahasa Utara sebelah utara, Kabupaten Minahasa Utara di sebelah timur, sebelah selatan dengan kecamatan



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

B. Analisis Data dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, analisis data dan pembahasan yang akan dilakukan meliputi analisis kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah, kebutuhan pengangkutan, dan analisis optimalisasi sistem pengangkutan sampah,

1. Analisis Kondisi Eksisting Sistem Pengangkutan Sampah

Analisis kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah diperoleh dengan metode wawancara. Wawancara dilakukan satu kali kepada tiap-tiap supir truk dan helper atau kenek selama penelitian pengangkutan sampah di Kecamatan Mapanget, dan juga kepada instansi setempat yaitu kantor kecamatan untuk diwawancarai. Analisis timbulan sampah dilakukan berdasarkan jumlah sampah yang terangkut ke TPA. Analisis kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah menggunakan metode, Stationary Container System (SCS).

2. Kebutuhan Pengangkutan Sampah

Analisis kebutuhan pengangkutan dilakukan berdasarkan kondisi eksisting yang telah didapat sehingga dapat dilakukan perhitungan kebutuhan pengangkutan dengan perhitungan proyeksi penduduk. Dalam proyeksi penduduk ada beberapa metode yang dapat digunakan yaitu aritmatik dan geometri, tetapi yang akan digunakan adalah metode dengan nilai standar devisiasi terkecil menurut standar (PERMEN PU NO.18.2007). Untuk perhitungan proyeksi timbulan sampah akan diambil dari standar SNI 19 3983 1995 sehingga dapat diproyeksikan.

3. Optimalisasi Sistem Pengangkutan

Analisis optimalisasi pengangkutan dilakukan

berdasarkan kondisi eksisting dan perhitungan proyeksi yang ada, jika hasil yang didapat merujuk pada penambahan ritasi maka akan dilakukan penambahan ritasi pada tiap kendaraan yang ada (d disesuaikan dengan jam kerja petugas per hari), hal lain juga terhadap pengoptimalisasikan terhadap waktu off route jika didapati tinggi, sehingga dapat mengefisienkan waktu dalam pengangkutan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Pengangkutan Sampah

Sampah yang ada di kecamatan Mapanget dikelola oleh kecamatan Mapanget, daerah yang mencakup daerah pemukiman, pertokoan, apartemen, dan pasar. Kegiatan operasional pengangkutan sampah dilakukan berbeda-beda. Berdasarkan pengamatan di lapangan jam mulai beroperasi dari (02:10-05:10 WITA) di tiap – tiap kendaraan yang ada. Hal ini dipengaruhi oleh waktu bangun dan menunggu sopir truk atau helper (kenek).

Kegiatan pengangkut sampah di kecamatan Mapanget dilakukan setiap hari dengan menggunakan 6 (enam) armada pengangkutan yang ada terdiri dari 4 (empat) armada dump truck, 1 (satu) armada arm roll truck, dan 1 (satu) Armada mobil pick up. Ke-6 (enam) armada pengangkut yang ada menggunakan sistem pengangkut SCS (stasionari control system) dengan pola individual langsung, yang dimana pola ini menggunakan cara seperti dari pool ke titik sampah atau di rumah-rumah lalu dibawah ke TPA atau sering di sebut dengan sistem door to door. Ketika sampah diangkat dari titik kumpul, didalam armada pengangkut terjadinya proses pemilahan yang di pilah adalah

sampah-sampah kardus, botol plastik, kaleng-kaleng, besi, dan sampah-sampah organik. Setelah dipilah sampah-sampah ini digunakan untuk keperluan pribadi berupa ditukar ke bank sampah untuk menjadi uang. Setelah pemilahan sampah-sampah yang sisa dipadatkan kedalam kontainer dengan cara diinjak-injak oleh petugas pengangkutan, dan setelah sampah dalam kendaraan penuh di titik pengumpulan terakhir, kendaraan langsung menuju ke TPA untuk menurunkan sampah.

Ritasi pengangkutan sampah di kecamatan Mapanget dilakukan hanya 1 (satu) ritasi saja/hari sisahnya dilakukan oleh motor-motor sampah yang ada di kecamatan Mapanget. Kecamatan Mapanget memiliki 64 motor pengangkut sampah yang terbagi di 10 kelurahan, dari 64 armada motor pengangkut hanya 26 motor yang digunakan secara bergantian oleh 26 petugas pengangkut yang beroperasi di 10 kelurahan, untuk 38 motor yang sisa telah diatur sebagai cadangan apa bila terjadi kerusakan pada motor sampah yang beroperasi.

Berdasarkan pengamatan terhadap armada pengangkut yang masuk ke TPA Sumompo Kota Manado. Jumlah sampah yang masuk berdasarkan kendaraan truk, mobil, dan motor pengangkut dengan jumlah kapasitas yang ada sebanyak:

3 <i>Dump truck</i>	(8.8 m ³)	= 26.4 m ³
1 <i>Dump truck</i> (modifikasi)	(10.1 m ³)	= 10.1 m ³
1 <i>Arm roll truck</i>	(7.4 m ³)	= 7.4 m ³
1 Mobil <i>pick up</i>	(4.5 m ³)	= 4.5 m ³
Total		= 116 m ³

Dari hasil yang diperoleh jumlah timbulan sampah yang terangkut ke TPA sebesar 116 m³/hari. Asumsi data timbulan ini mengacu pada SNI 19-3983-1995 tentang spesifikasi timbulan sampah kota kecil dan kota sedang di Indonesia. Di tahun 2021 jumlah penduduk kecamatan Mapanget mencapai 60.345 jiwa maka sampah per orang diasumsikan sebesar 2.5 m³ liter/orang/hari. Sehingga timbulan sampah sebesar 150.86 m³ berdasarkan pendekatan tersebut, maka tingkat pelayanan di tahun 2021 di kecamatan Mapanget yang melibatkan truk, mobil, dan motor mencapai 76.89 % yang masih menyisakan 23.11 % atau 34.86 m³ sampah yang belum sempat terangkut ke TPA. Dalam kondisi ideal motor pengangkut hanya sebagai sarana untuk mengumpulkan sampah dan truk pengangkut berperan sebagai sarana pengangkutan yang akan dibawa ke TPA, dengan ini jumlah sampah yang dibuang oleh truk dan mobil sampah berdasarkan kapasitas ke TPA sumompo mencapai:

3 <i>Dump truck</i> biasa	(8.8 m ³)	= 26.4 m ³
1 <i>Dump truck</i> (modifikasi)	(10.1 m ³)	= 10.1 m ³
1 <i>Arm roll truck</i>	(7.4 m ³)	= 7.4 m ³
1 Mobil <i>pick up</i>	(4.5 m ³)	= 4.5 m ³
Total		= 48.4 m ³

Jarak dan kecepatan tiap ritasi armada pengangkutan sampah diperoleh dari aplikasi GPSMY *Tracks*. Data jarak pengangkut sampah yang didapat merupakan jarak total pengangkutan sampah di kecamatan Mapanget.

TABEL 1
Data Jarak Armada Pengangkut Sampah

Nomor Polisi	Nama Jalur Pengangkutan	Jarak Tempuh (km)
DB 8554 A	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Paniki Dua • Kelurahan Paniki Bawah 	7.95
DB 8096 A	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Paniki Bawah • Kelurahan Lapangan • Kelurahan Mapanget Barat • Kelurahan Kima Atas 	13.98
DB 8251 AM	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Kairagi Satu • Kelurahan Buha 	7.01
DB 8104 A	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Kairagi I • Kelurahan Kairagi II 	17.35
DB 8153A	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Paniki Bawah • Kelurahan Lapangan • Kelurahan Paniki Dua 	39.3
DB 8113 AM	<ul style="list-style-type: none"> • Kelurahan Paniki Satu • Kelurahan Paniki Bawah 	25.26

Sumber: Data Primer

Waktu *off route* yang ada di tiap kendaraan berbeda-beda, jam kerja yang ada di kecamatan Mapanget tidak menggunakan standar kerja pekerja berupa 8 jam per hari, tetapi karena menggunakan sistem kerja habis

membuang selesai, dikarenakan hanya menggunakan 1 ritasi per hari untuk armada kendaraan truk dan mobil sampah, sehingga dapat dilakukan penanggulangan kembali karena memberi waktu *off route* yang besar

dibeberapa kendaraan, untuk waktu off route kondisi skarang dimulai dari 0.16-1.40 jam/hari, waktu rata-rata tiap kendaraan adalah 0.87 jam/hari, hal ini menyatakan bahwa waktu *off route* tiap kendaraan memiliki nilai yang besar, tetapi diantara ke-6 kendaraan 2 (dua) diantaranya yang paling besar yaitu DB 8251 AM dan DB 8104 A, tetapi DB 8251 AM yang memiliki waktu off route terbesar yang mencapai 1.28 jam/hari.

Data ini menyatakan bahwa Nilai *off route* telah melewati waktu yang ideal yaitu < 0.15 (Tchobanoglous *et al.*, 1993), sehingga perlu adanya penanggulangan terhadap waktu *off route* yang ada sehingga menciptakan waktu pengangkutan yang ideal. Dalam perhitungan Pscs & Tscs yang dimana :

- Pscs = Waktu yg diperlukan untuk memuat sampah dari lokasi pertama sampai lokasi terakhir
- Pscs = Ct.uc + (np - 1) dbc
- Ct = Jumlah kontianer dikosongkan per trip, (kon/trip)
- Uc = Waktu rata-rata utk mengosongkan kontainer, (jam/kon)
- np = Jumlah kontainer dikosongkan per trip, (lok/trip)
- dbc = Waktu antar lokasi, (jam/lokasi)

Contoh perhitungan waktu yang diperlukan untuk memuat sampah dari lokasi pertama sampai lokasi terakhir (Pscs) untuk kendaraan DB 8554 A sebagai berikut:

$$DB\ 8554\ A = Ct.uc + (np - 1) dbc$$

$$DB\ 8554\ A = 0.04 + 0.51$$

$$= 0.55$$

Tscs = Waktu pengangkutan setiap trip kendaraan *dump truck*

$$Tscs = Pscs + h + s$$

h = Hauling Time

s = Waktu yang digunakan untuk menunggu di lokasi

Pscs = Pick up time

Contoh perhitungan Waktu pengangkutan setiap trip kendaraan *dump truck* (Tscs) untuk kendaraan DB 8554 A sebagai berikut:

$$DB\ 8554\ A = 0.55 + 0.019 + 0.88$$

$$DB\ 8554\ A = 1.45$$

Dari hasil Pscs yang didapat berkisar 0.38-1.33 jam/hari dengan nilai rata-rata 0.80 jam/hari, dan untuk hasil perhitungan Tscs berkisaran 1.39 – 4.91 jam/hari dengan nilai rata-rata 2.51 jam/hari, nilai-nilai yang didapat akan dihitung kembali untuk menentukan hasil dari jumlah trip kendaraan dengan persamaan:

- Nd = Jumlah trip kendaraan
- Nd = [H(1-W) - (t1 + t2)] / (TSCS)
- H = Waktu kerja perhari, (jam)
- t1 = Dari garasi ke lokasi pertama
- t2 = Dari lokasi terakhir ke garasi
- W = Factor *off route*

Dalam perhitungan jumlah trip didapi 1 trip saja untuk semua kendaraan yang ada dengan contoh perhitungan:

$$DB\ 8554\ A = [8(1-0.87)-(0.12+0.02)]/1.77$$

$$DB\ 8554\ A = [1.04 - (0.14)] / 1.45$$

$$= 0.6$$

$$\approx 1\ rit$$

TABEL 2
Kondisi Eksisting Waktu Off Route

No	Kendaraan	Memanaskan mobil & menunggu ABK		Memilah untuk kebutuhan sendiri		Bersantai		Menunggu motor sampah		Menjual barang-barang yang di dapat		Mengisi Bahan bakar		Total Waktu Off Route
		(Menit & Jam)		(Menit & Jam)		(Menit & Jam)		(Menit & Jam)		(Menit & Jam)		(Menit & Jam)		
		M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	M	J	
1	DB 8554 A	14.02	0.234	8.43	0.141	3.11	0.052	0	0	0	0	34.47	0.575	1
2	DB 8096 A	15.07	0.251	4.53	0.076	4.07	0.068	0	0	0	0	0	0	0.39
3	DB 8251 AM	18.57	0.310	25.36	0.423	32.04	0.534	0	0	8.04	0.134	0	0	1.40
4	DB 8104 A	20.06	0.334	8.30	0.138	0	0	48.45	0.807	0	0	0	0	1.28
5	DB 8153 A	1.34	0.022	0	0	56.35	0.939	0	0	0	0	0	0	0.96
6	DB 8113 AM	2.35	0.039	0	0	7.17	0.120	0	0	0	0	0	0	0.16
Rata-Rata														0.87

Sumber: Data Primer

TABEL 3
Perhitungan Pscs

Kendaraan	Ct.Uc	(np-1)dbc	Pscs
DB 8554 A	0.04	0.51	0.55
DB 8096 A	0.07	1.13	1.2
DB 8251 AM	0.08	0.48	0.56
DB 8104 A	0.03	1.30	1.33
DB 8153 A	0.08	0.30	0.38
DB 8113 AM	0.39	0.37	0.76
Rata-rata			0.80

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 4
Perhitungan Tscs

Kendaraan	Pscs	S	h	Tscs
DB 8554 A	0.55	0.019	0.88	1.45
DB 8096 A	1.2	0.019	1.52	2.74
DB 8251 AM	0.56	0.021	0.91	1.49
DB 8104 A	1.33	0.02	1.71	3.06
DB 8153 A	0.38	0.02	0.99	1.39
DB 8113 AM	0.76	0.77	3.38	4.91
Rata-rata				2.51

Sumber: Hasil Penelitian

B. Analisis Kebutuhan Pengangkutan

Pertumbuhan penduduk di kecamatan Mapanget terus meningkat di tiap tahunnya, penduduk di kecamatan Mapanget pada tahun 2021 mencapai 60.354 jiwa, menyatakan kecamatan Mapanget masuk dalam klasifikasi kota kecil dalam (SNI-19-3964-1994). Dalam 10 kelurahan yang tercatat dalam kecamatan Mapanget tetapi hanya kelurahan Bengkol yang sampahnya tidak diangkut oleh truk atau mobil pengangkut, karena sampah yang ada diangkat dengan motor sampah dan dibuang langsung ke TPA tanpa harus diangkat oleh truk atau mobil pengangkut. Jumlah timbulan sampah di tahun 2021 saat ini mencapai 150.86 m³/hari dengan jumlah penduduk mencapai 60.345 jiwa. Proyeksi penduduk dan timbulan sampah untuk 10 tahun ke depan ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Melihat jumlah penduduk yang mencapai 60.345 jiwa maka perlu diketahui jumlah timbulan sampah yang ada sehingga dapat dilakukan proyeksi timbulan serta penduduk. Proyeksi timbulan sampah merupakan dasar untuk merencanakan kebutuhan pengangkutan sampah. Perhitungan ini dihitung sampai tahun 2031 atau selama 10 tahun dari tahun perencanaan, dan untuk perhitungannya dengan mengalikan jumlah penduduk pada tahun tertentu dengan timbulan sampah per orang per hari, di asumsikan 2.5 L/Orang/Hari, dalam SNI-19-3983-1995.

Dalam Tabel 6 Menyatakan bahwa jumlah penduduk di tahun 2031 mencapai 91.709 dan di tahun 2031 jumlah timbulan sampah mencapai 229.27 m³/hari. Terlihat bahwa jumlah timbulan sampah naik setiap tahunnya, sehingga kebutuhan kendaraan meningkat, melihat jumlah truk dan mobil pengangkut yang ada sebanyak 6 armada dengan kapasitas pengangkut 150.86 m³, jika dikalikan 3 ritasi untuk semua armada pengangkut sehingga perlu dilakukan proyeksi kebutuhan mendatang agar dapat diketahui kebutuhan pengangkutan dengan kondisi eksisting sekarang dengan setiap penambahan kendaraan dengan kapasitas 8.8 m³.

Menilai kondisi eksisting kendaraan saat ini yang dilihat dari umur kendaraan yang sudah tergolong lama dan kondisi kontainer yang sudah mulai bocor maka disarankan perlu ditanggulangi, dalam PERMEN PU NO.03/PRT/M/2013 bahwa kondisi kendaraan tersebut sudah tidak layak lagi untuk beroperasi, sehingga disarankan perlu diadakan pengadaan kendaraan yang baru atau direparasi kembali.

Pada Tabel 8 terlihat bahwa perlu adanya penanggulangan terhadap kendaraan-kendaraan DB 8096 A, DB 8104 A, DB 8113 AM karena dinilai perlu untuk direparasi karena mesin kendaraan sudah tergolong tua, dan banyaknya kebocoran pada badan kontainer atau diganti dengan kendaraan yang baru. Hal tersebut merupakan rekomendasi yang perlu dilakukan.

TABEL 5
Jumlah Penduduk Kecamatan Mapanget Pada Tahun 2021

No.	Kelurahan	Jumlah
1.	Paniki Satu	2.581
2.	Kairagi satu	3.189
3.	Kairagi dua	10.637
4.	Paniki bawah	12.851
5.	Paniki dua	5.529
6.	Lapangan	3.015
7.	Mapanget barat	6.214
8.	Kima atas	1.315
9.	Bengkol	5.231
10.	Buha	9.783
	Total	60.345

Sumber: Data Primer

TABEL 6
Proyeksi Penduduk dan Timbulan Sampah Tiap Kelurahan

Kelurahan	Jumlah Penduduk		Timbulan Sampah	
	2021	2031	2021	2031
	Jiwa		M ³	
Kairagi Satu	3189	2765	7.97	6.91
Kairagi Dua	10637	13631	26.59	34.08
Paniki Bawah	12851	22124	32.13	55.31
Paniki Satu	2581	2270	6.45	5.67
Paniki Dua	5529	5471	13.82	13.68
Lapangan	3015	2882	7.54	7.20
Mapanget Barat	6214	7810	15.54	19.52
Kima Atas	1315	1820	3.29	4.55
Bengkol	5231	19487	13.08	48.72
Buha	9783	13449	24.46	33.62
Jumlah	60345	91709	150.86	229.27

Sumber: Hasil Penelitian

C. Analisis Optimalisasi Pengangkutan

Dalam perencanaan penanggulangan pengangkutan mengingat bangunan TPS hanya ada 1 tetapi tidak beroperasi dengan baik maka direncanakan motor sampah yang berperan menjadi TPS bayangan yang nantinya semua sampah yang ada telah di taru ke dalam motor sampah agar dapat menghilangkan atau meminimalisir adanya TPS ilegal, hal ini juga dapat mengurangi waktu kerja dari para pekerja pengangkutan, dan lebih teratur sehingga proses pengangkutan menjadi lebih optimal lagi dari segi waktu kerja, rute pengangkutan, dan energi.

Tetapi sebelum melakukan skenario penanggulangan diketahui bahwa waktu *off route* yang ada begitu besar, yang telah melewati standar yang

ditetapkan dalam Tchobanoglous *et al.*, (1993) sehingga perlu dioptimalkan waktu *off route* yang ada, diketahui bahwa waktu *off route* di ritasi pertama begitu besar.

Setelah dioptimalkan waktu *off route* maka perencanaan waktu kerja optimal di ritasi pertama dapat dilakukan yang diperhuntingkan dari segi waktu kerja ritasi 1 (satu) yang belum di optimal, waktu *off route* yang di luar waktu memanaskan mobil sambal menunggu *helper* atau kenek, waktu antri di tempat pemrosesan akhir (TPA), waktu antri di tempat pemrosesan akhir (TPA), setelah dioptimalkan waktu *off route* menjadi 0.08 Jam, nilai *off route* sudah tidak melewati yang di tentukan sebesar < 0.15 (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

TABEL 7
Proyeksi Kebutuhan Pengangkutan Dengan Kondisi Eksisting

Tahun	Volume sampah (m3/hari)	Kebutuhan Kendaraan	Total Volume Angkutan Sampah
2022	156.18	7	171.6
2023	161.91	7	171.6
2024	168.1	7	171.6
2025	174.79	8	198
2026	182.05	8	198
2027	189.94	8	198
2028	198.52	9	224.4
2029	207.87	9	224.4
2030	218.09	9	224.4
2031	229.27	10	250.8

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 8
Kapasitas dan Umur Kendaraan

Nomor Polisi	Jenis kendaraan	Kapasitas pengangkut	Tahun pembuatan
DB 8554 A	Dump Truck	8.8	2015
DB 8096 A	Dump Truck	10.1	2012
DB 8251 AM	Dump Truck	8.8	2010
DB 8104 A	Arm Roll Truck	7.4	2010
DB 8153 A	Dump Truck	8.8	2015
DB 8113 AM	Mobil Pick Up	4.5	2010

Sumber: Data Primer

TABEL 9
Waktu Kerja Optimal

No.	Kendaraan	Jam kerja	Waktu <i>Off</i> <i>Roude</i>	Waktu Antri TPA	Waktu <i>Off Roude</i> & Waktu Antri TPA		Jam Kerja
		(Sebelum Optimal)	Menit	Menit	Menit	Jam	(Sesudah Optimal)
		(1)	(2)	(3)	(4)=(2)+(3)	(5)	(6)=(1)-(5)
1.	DB 8554 A	3.34	55	15	70.03	1.17	2.17
2.	DB 8096 A	4.22	19.07	15	34.07	0.58	3.48
3.	DB 8251 AM	5.26	79.01	30	109.01	2.32	3.34
4.	DB 8104 A	5.15	72.21	72	144.21	2.4	3.15
5.	DB 8153 A	4.26	53.09	30	68.09	1.13	3.13
6.	DB 8113 AM	2.33	4.52	0	19	0.32	2.01

Sumber: Hasil Penelitian

TABEL 10
Skenario Penanggulangan

No.	Kendaraan	Jam kerja					Total
		(Jam)					
		Istirahat	Ritasi I	Ritasi II	Ritasi III	Ritasi IV	
1.	DB 8554 A	1	2.17	1.15	1.12	2.30	8.14
2.	DB 8096 A	1	3.48	1.21	1.41	-	7.1
3.	DB 8251 AM	1	3.34	1.20	0.83	-	6.37
4.	DB 8104 A	1	3.15	1.05	1.21	-	6.41
5.	DB 8153 A	1	3.13	1.33	2.26	-	8.12
6.	DB 8113 AM	1	2.01	1.13	0.97	-	5.11

Sumber : Hasil Penelitian

TABEL 11
Jumlah Angkutan Sampah Tiap Ritasi dan Sisa Sampah Pada Skenario Penanggulangan

	DB 8554 A	DB 8096 A	DB 8251 AM	DB 8104 A	DB 8153 A	DB 8113 AM
Masing-masing sampah	17.62	33.30	37.76	21.27	21.39	19.53
Sisah sampah Ritasi I	8.82	23.20	28.96	13.87	12.59	15.03
Sisah sampah Ritasi II	0	13.10	20.16	6.47	3.79	10.53
Sisah Sampah Ritasi III	0	3.00	11.36	0	0	6.03
Sisah sampah Ritasi IV	0	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 9 menyatakan bahwa jam kerja setelah dioptimalkan di ritasi awal menjadi 2-3 jam di tiap-tiap kendaraan yang awalnya 2-5 jam, hal ini menyatakan bahwa waktu kerja yang panjang dalam pengangkutan disebabkan oleh tingginya waktu *off route* yang ada.

Dalam skenario penanggulangan, akan dibuat tingkat pelayanan menjadi 100%, yang dinilai dari segi waktu kerja, dan jalur pengangkutan yang lebih efisien. pada kondisi eksisting ada 6 kendaraan diantaranya DB 8554 A, DB 8251 AM, dan DB 8153 A berkapasitas 8.8 m³, DB 8096 A berkapasitas 10.1 m³, DB 8104 A berkapasitas 7.4 m³, dan DB 8113 AM berkapasitas 4.5 m³, yang hanya memiliki 1 ritasi pengangkutan per harinya.

Dalam skenario penanggulangan akan dibuat 3-4 ritasi per hari yang di sesuaikan dengan waktu kerja selama 8 jam per hari, untuk penambahan ritasi diperhitungkan berupa waktu dengan waktu perjalanan antar TPS, TPA, dan pool, dan juga waktu mengangkut sampah. waktu istirahat juga di masukan selaman 1 jam untuk kebutuhan (makan siang dan bersantai), untuk jam istirahat di tempatkan sesudah ritasi ke 2, untuk ritasi 4 juga di tambahkan dengan waktu perjalanan ke SPBU terdekat dan waktu untuk mengisi bahan bakar, faktor ini diperhitungkan karena melihat kondisi mobilitas yang tinggi sehingga perlu untuk menambahkannya, untuk skenario penambahan ritasi

pada kondisi eksisting.

Dalam Tabel 10 menyatakan jam kerja untuk DB 8554 A mencapai 8.14 jam, dan DB 8153 A mencapai 8.12 jam, menyatakan bahwa perencanaan yang dibuat telah melewati batas jam kerja yang ada, hal ini bisa ditanggulangi dengan memberikan insentif lebih kepada kedua kendaraan ini karena telah melewati jam kerja yang telah ditetapkan, untuk kendaraan DB 8153 A ritasi kerja hanya mencapai 3 tetapi jam kerja mencapai 8.12 jam hal ini disebabkan karena jarak antar TPA dan pool yang jauh sehingga menyebabkan jam kerja mencapai 8.12 jam/hari, untuk kendaraan DB 8554 A jam kerja mencapai 8.14 karena terjadi penambahan ritasi sampai ritasi ke 4, untuk kendaraan yang lain jam kerja sudah pas 5-7 jam.

Dalam Tabel 11 dimana jumlah ritasi di tiap kendaraan bervariasi hal ini tergantung dari jumlah sampah yang ada di masing-masing daerah pengangkutan, untuk kendaraan DB 8554 A memiliki ritasi terbanyak yaitu 4 rit/hari karena untuk mengangkut sampah-sampah yang belum sempat terangkut di kendaraan-kendaraan yang ada, kendaraan DB 8554 A di pilih karena dilihat dari jam kerja yang masih bisa ditambahkan lagi sehingga bisa menghasilkan 1 ritasi lagi, faktor lain juga karena kapasitas pengangkutan yang banyak, dan daerah pengangkutan tidak jauh dari TPA, dan *pool*. kendaraan

DB 8554 A yang dimana bertugas untuk mengangkut sampah sisah dari kendaraan DB 8113 AM pada ritasi 4 dan DB 8251 AM pada ritasi 3.

Untuk penambahan ritasi ini khususnya untuk kendaraan DB 8554 A di hitung waktu perjalanan dan mengisi bahan bakar karena di nilai tingginya mobilitas yang ada, Untuk ritasi 3 ada beberapa kendaraan mulai mengangkat sampah-sampah sisa untuk mencukupkan kebutuhan pengangkutan yang ada di tiap kendaraan seperti, kendaraan DB 8554 A mengangkut sampah sisah dari kendaraan DB 8251 AM, untuk kendaraan DB 8153 A mengangkut sampah sisah kendaraan DB 8096 A. Sehingga menyatakan presentase pengangkutan menjadi 100%.

Jarak tempuh tiap-tiap kendaraan bervariasi, hal ini disebabkan karena jarak antar titik kumpul yang berbeda-beda di tiap kendaraan. Hal lain juga di pengaruhi oleh jarak antara TPA ke *pool* yang bervariasi, salah satunya kendaraan DB 8153 A jarak antara TPA ke *pool* mencapai 7.1 km karena lokasi *pool* yang berada di Kecamatan Wenang.

Dalam perencanaan pengangkutan untuk tahun 2031 ditempatkan untuk masing-masing kelurahan memiliki 1-3 kendaraan pengangkut tergantung dari penempatan yang telah dirancang.

Pada jalur kairagi satu dan dua memerlukan 2 kendaraan yang dimana tiap kelurahan akan memiliki 1 armada pengangkut setelah selesai mengangkut didaerah yang ditentukan, untuk daerah yang masih menyisakan sampah akan ditanggulangi oleh kendaraan yang satunya agar ritasi pengangkutan mencukupi, untuk daerah paniki bawah, paniki satu, dan paniki dua akan ditempatkan 3 armada pengangkut yang dimana setelah selesai mengangkut sapah pada jalurnya salah satu kendaraan akan mengambil sampah sisah pada daerah bengkol, untuk daerah lapangan, dan Mapanget barat daerah ini ditempatkan hanya 1 armada dengan 3 rit/hari, karena jumlah timbulan sampah yang relative sedikit sehingga dengan 3 ritasi dapat mencakup kebutuhan tersebut, dan untuk daerah kima atas dan bengkol ditempatkan 2 armada dengan 3 ritasi, yang akan ditempatkan pada tiap kelurahan.

TABEL 12
Data Ritasi , Waktu Kerja, dan Jarak Skenario Penanggulangan

No.	Kendaraan	Ritasi	Waktu Kerja	Jarak (km)
1.	DB 8554 A	4	8.09	61.08
2.	DB 8096 A	3	7.1	66.91
3.	DB 8251 AM	3	6.37	18.81
4.	DB 8104 A	3	6.41	39.15
5.	DB 8153 A	3	8.12	100.23
6.	DB 8113 AM	3	5.11	64.16

Sumber : Hasil Penelitian

TABEL 13
Perencanaan Pembagian Daerah dan Kendaraan Pada Tahun 2031

No.	Daerah Pengangkutan	Total Timbulan	Kebutuhan Kendaraan	Ritasi
1.	1) Kairagi Satu	40.99 m ³	2 Kendaraan	3
	2) Kairagi Dua			
2.	1) Paniki Bawah	74.66 m ³	3 Kendaraan	3
	2) Paniki Satu			
	3) Paniki Dua			
3.	1) Lapangan	26.72 m ³	1 Kendaraan	3
	2) Mapanget Barat			
4.	1) Kima Atas	53.27 m ³	2 Kendaraan	3
	2) Bengkol			
5.	1) Buha	33.62 m ³	1 Kendaraan	3

Sumber : Hasil Penelitian

TABEL 14
Summary Penelitian

	Kondisi Eksisting Pengangkutan Sampah	Kebutuhan Pengangkutan Sampah Tahun 2031	Upaya Optimalisasi Pengangkutan Sampah
Metode	<p>SCS (<i>Stationary Container System</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> Waktu untuk Memuat Sampah $Ct \cdot Uc = 0.03-0.39$ jam/trip Perhitungan waktu antar TPS $dbc = 0.30-1.30$ jam/trip Waktu menunggu dan membongkar di TPA $S = 0.019-0.770$ jam Hauling time $h = a + b \cdot x$ $= 0.88-3.38$ jam/km Waktu <i>off route</i> $W = 0.16-1.40$ jam/hari Waktu untuk memuat sampah dari lokasi pertama sampai lokasi terakhir $Pscs = Ct \cdot uc + (np - 1) \cdot dbc$ $= 0.38-1.33$ Waktu pengangkutan setiap trip $Tscs = Pscs + h + s$ $= 1.39-4.91$ Jumlah trip kendaraan $Nd = [H(1-W) - (t1 + t2) / (TSCS)]$ $= 1$ rit 	<p>Timbulan sampah (SNI-19-3983-1995) Jumlah Penduduk * 2.5 L / 1000 $= 150.86$ m³</p> <p>Proyeksi Penduduk (Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007)</p> <ol style="list-style-type: none"> Metode aritmatik $Pn = Po + r (Tn - To)$ Metode Geometrik $Pn = Po \times (1+r)^n$ 2021 & 2031 $= 60.345-91.709$ jiwa <p>Kebutuhan pengangkutan Kapasitas kendaraan – Jumlah timbulan pertahun = jumlah kebutuhan kendaraan ($kk-jtp=jkk$) 2031 = 10 kendaraan</p>	<p>Analisis Optimalisasi</p> <ol style="list-style-type: none"> Waktu <i>off route</i> $W = 0.08$ jam Waktu Kerja $= 2.01-3.48$ jam/hari <p>Skenario penanggulangan</p> <ol style="list-style-type: none"> Penambahan ritasi $= 3-4$ ritasi Mebuat motor menjadi TPS bayangan Jamkerja $= 5.11-8.14$ jam/hari Pembagian daerah 10 daerah = 9 kendaraan
Hasil	Kondisi eksisting waktu <i>off route</i> melewati standar waktu ketentuan >0.15 maka perlu di optimalkan	Ditahun 2031 memerlukan 10 kendaraan pengangkut agar kebutuhan pengangkutan terpenuhi	Skenario penanggulangan dengan 3-4 ritasi/hari menghasilkan jam kerja 5-8 jam/hari sehingga pengangkutan menjadi lebih optimal

Sumber : Hasil Penelitian

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis data pada sistem pengangkutan yang ada di kecamatan Mapanget, dapat disimpulkan bahwa pada kondisi eksisting terdapat banyak permasalahan seperti waktu kerja, *route*, dan waktu *off route* yang begitu tinggi, sehingga setelah dibuat skenario penaggulangan, pengangkutan sampah menjadi lebih optimal sehingga menciptakan peresentase pengangkutan menjadi 100 %, serta waktu kerja, dan jarak menjadi lebih efisien. Skenario penanggulangan yang dibuat berupa penambahan ritasi menjadi 3-4 rit/hari yang disesuaikan dengan 8 jam pekerja, mengoptimalkan waktu *off route*, dan membuat motor sampah menjadi TPS bayangan, sehingga pengangkutan menjadi optimal.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang diberikan sebagai berikut:

- Agar ada penelitian lanjut terhadap kebutuhan bangunan TPS, untuk mengurangi waktu pengangkutan.
- Kepada pemerintah di Mapanget, perlu untuk diadakan kendaraan pengangkut sampah yang lebih baik berdasarkan ketentuan yang berlaku.

KUTIPAN

A. Buku

- [1] Enry Damanhuri, *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [2] Ellina Pandebesie, *Buku Ajar Teknis Pengolahan Sampah*. Surabaya: ITS, 2005.
- [3] G. G. Tchobanoglus, *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill International, 1993.
- [4] Winardi, *Perilaku Organisasi*, Bandung: Tarsito, 1996.

- [5] Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, *Kamus Besar Bahasa Indonesia – Edisi Kedua*. Jakarta: Balai Pustaka, 1995.

B. Jurnal

- [6] M. A. Ali, “Analisis Optimalisasi Pelayanan Konsumen Berdasarkan Teori Antrian Pada Kaltim gps Comdi Samarinda”, dalam *eJournal Ilmu Administrasi dan Bisnis*, 2014.
- [7] Herawaty Riogilang, “Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado”, 2014.

C. Skripsi

- [8] Duhita Anindita, “Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Wilayah Utara Kabupaten Sidoarjo”, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [9] Elina Wirda Ningsih Lubis, “Analisis Timbulan, Komposisi dan karakteristik Sampah Rumah Tangga di Kota Medan Wilayah I (Studi Kasus: Kecamatan Medan Johor dan Kecamatan Medan Tembung)”, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, 2018.

- [10] Oktovanus Tonny Supit, “Evaluasi Teknis Pengangkutan Sampah Di Kota Bitung”, Program Magister Teknik Sanitasi Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.

D. Peraturan, Undang-Undang, Standar

- [11] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/ Tahun 2007, *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- [12] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 03/PRT/M/2013, *Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- [13] Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, *Pengelolaan Sampah Spesifik*.
- [14] SNI 19-2454-2002, *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*.
- [15] SNI 19-3964-1994, *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.
- [16] SNI-19-3983-1995, *Spesifikasi Timbulan Sampah Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia*.
- [17] Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, *Pengolahan Sampah*.