

STUDI OPTIMASI TEKNIS OPERASIONAL PENGUMPULAN DAN PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN MODEL SIMULASI (Studi Kasus Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung Tahun 2004-2024)

I Made Arnatha

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

Email: arnathamd@gmail.com

Abstrak : Mengumpulkan dan mengangkut sampah adalah masalah pengelolaan sampah di kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung. Tujuan dari studi ini adalah optimalisasi dan efisiensi pengumpulan limbah dan manajemen transportasi untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat dengan pendekatan model Simulasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada tahun 2004 total sampah 281,19 m³/hari, kendaraan yang diperlukan adalah 5 dump truck, 12 kontainer, 3 truck amroll, 94 unit gerobak, bin pemilah 3 unit. Tahun 2014 total sampah menjadi 322,11 m³/hari, dibutuhkan kendaraan 5 dump truck, 12 kontainer, 6 truck amroll, 107 unit gerobak, bin pemilah 3 unit. Tahun 2024 total sampah telah menjadi 371,49 m³/hari, dibutuhkan kendaraan 6 dump truck, 21 kontainer, 7 truck armroll, 124 gerobak, 4 bin pemilah.

Kata kunci: Optimalisasi dan efisiensi, manajemen transportasi, model simulasi.

Abstract : Collecting and transporting waste are a part of waste management problems found in Mengwi District, Badung Regency. The study objective is to optimize and to increase efficiency of waste collection and transportation management using simulation models to improve public services. The simulation results show that in 2004 for a total of 281.19 m³/day of waste and it required 5 units of dump trucks, 12 units of containers, three units of armroll trucks, 94 units of carts and three units of sorting bins. In 2014, total waste would be 322.11 m³/day and it requires 5 units of dump trucks, 12 units of containers, 6 units of armroll trucks, 107 units of wagon and three units of sorting bins. In 2024 there would be a total waste of 371.49 m³/day and it requires 6 units of dump trucks, 21 units of containers, 7 units of armroll trucks, 124 units of wagons and 4 units of sorting bins.

Key words: Optimization and efficiency, transportation management, simulation model

PENDAHULUAN

Identifikasi Masalah

Sistem pengelolaan sampah di kecamatan Mengwi, kabupaten Badung sampai saat ini masih dilakukan dengan sistem Tempat Pembuangan Sementara (TPS) - Truk Angkut Sampah (TAS) – Tempat Pembuangan Akhir (TPA), atau Sistem TPS-TAS-TPA. Sistem ini tidak efisien dan efektif, karena sering terjadi keterlambatan angkutan sampah, sehingga

timbul aroma kurang sedap di sekitar TPS.

Studi ini mencoba untuk memecahkan permasalahan ini dengan fokus pada aspek teknis operasional, dengan menerapkan sistem manajemen pelaksanaan yang efektif dan efisien dengan cara menganalisis sistem pengelolaan sampah. Dengan demikian penelitian ini diharapkan mendapatkan suatu sistem pengelolaan sampah yang memenuhi syarat secara teknis maupun secara ekonomis dan tidak

menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Pengelolaan Sampah

Yang dimaksud dengan pengelolaan sampah adalah perlakuan terhadap sampah untuk memperkecil dan menghilangkan masalah-masalah yang dapat ditimbulkan dalam kaitannya dengan lingkungan.

Pengelolaan sampah di Kecamatan Mengwi, dilakukan oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan dimana dalam operasionalnya Dinas Kebersihan dan Pertamanan memberikan tanggung jawab operasional kepada swasta.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah adalah a) jumlah penduduk, b) kepadatan penduduk, c) karakteristik lingkungan fisik, biologi dan social ekonomi, d) kebiasaan masyarakat, e) karakteristik sampah, f) peraturan-peraturan/aspek legal nasional dan daerah setempat, g) sarana pengumpulan, pengangkutan, pengelolaan dan pembuangan, h) lokasi pembuangan akhir, i) biaya yang tersedia, j) iklim dan musim.

Secara umum pengelolaan sampah di perkotaan dilakukan melalui 3 tahapan kegiatan, yakni : pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan akhir. (Aboejoewono 1985) menggambarkan secara sederhana tahapan-tahapan dari proses kegiatan dalam pengelolaan sampah sebagai berikut :

Pengumpulan diartikan sebagai pengelolaan sampah dari tempat asalnya sampai ke tempat pembuangan sementara sebelum menuju tahapan berikutnya. Pada tahapan ini digunakan sarana bantuan berupa tong sampah, bak sampah, peti kemas sampah, gerobak dorong maupun tempat pembuangan sementara (TPS/Dipo). Untuk melakukan pengumpulan, umumnya melibatkan sejumlah tenaga yang mengumpulkan sampah setiap periode waktu tertentu.

Tahapan pengangkutan dilakukan dengan menggunakan sarana bantuan

berupa alat transportasi tertentu menuju ke tempat pembuangan akhir/pengolahan. Pada tahapan ini juga melibatkan tenaga yang pada periode waktu tertentu mengangkut sampah dari tempat pembuangan sementara ke tempat pembuangan akhir (TPA).

Pada tahap pembuangan akhir/pengolahan, sampah akan mengalami pemrosesan baik secara fisik, kimia maupun biologis sedemikian hingga tuntas penyelesaian seluruh proses.

Pengumpulan sampah di kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, dilakukan langsung oleh masyarakat ke TPS. Sedangkan pengangkutan dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke tempat pembuangan akhir (TPA) dilakukan oleh Dinas Kebersihan. Sistem pembuangan yang dilakukan adalah *System Open Dumping* (terbuka) dimana sampah yang dibuang ke TPA dihamparkan secara terbuka lalu dipadatkan dengan alat Loader. Lokasi TPA sampai saat ini (2012) adalah canggu; luas 5 ha, topografi: datar; jarak dari pemukiman terdekat: 100 meter; jarak dari pusat kota 10 km.

Penanganan masalah persampahan memerlukan berbagai pendekatan, baik teknis maupun non teknis, yang meliputi beberapa aspek yaitu:

Aspek institusi; dalam sistem pengelolaan persampahan memegang peranan yang sangat penting meliputi status, struktur organisasi, fungsi, tanggung jawab dan wewenang serta koordinasi vertikal maupun horizontal dari badan pengelola.

Aspek Legal/Hukum; dalam sistem pengelolaan persampahan sangat ditentukan oleh peraturan-peraturan yang mendukungnya.

Aspek pembiayaan; suatu sistem pengelolaan persampahan membutuhkan sejumlah dana untuk membiayai operasi dan pemeliharaan, rehabilitasi serta perluasan daerah pelayanan sesuai dengan perencanaan.

Aspek Teknis Operasional; dalam sistem pengelolaan persampahan meliputi perhitungan produksi sampah, penentuan

cara pengumpulan dan pengangkutan sampah serta cara pengumpulan dan pengangkutan sampah serta cara pembuangan akhir.

Aspek peran serta masyarakat; peran serta masyarakat didalam pengelolaan persampahan sangat diperlukan, terutama dalam hal: turut serta memelihara kebersihan lingkungan, membayar retribusi, turut aktif dalam pelaksanaan sub sistem pengumpulan sampah. Pengelolaan sampah, terutama di kawasan perkotaan, dewasa ini dihadapkan kepada berbagai permasalahan yang cukup kompleks. Permasalahan-permasalahan tersebut meliputi tingginya laju timbunan sampah, kepedulian masyarakat (*human behaviour*) yang masih sangat rendah serta masalah pada kegiatan pembuangan akhir sampah (*final disposal*) yang selalu menimbulkan permasalahan tersendiri.

Studi ini difokuskan pada aspek teknis operasional pengelolaan sampah yang meliputi dasar-dasar untuk kegiatan: a) pewadahan sampah, b) pengumpulan sampah, c) pengangkutan sampah, d) pemindahan sampah, e) pembuangan akhir.

Dalam kegiatan perencanaan dan operasional persampahan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut: a) jumlah timbunan sampah dan komposisi, b) daerah pelayanan dan tingkat pelayanannya, c) cara pewadahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan dan pengelolaan sampah yang sesuai.

Penanganan sampah ke depan bermaksud untuk mengubah cara pengelolaan tersebut. Melalui program pemilahan dan pemanfaatan sampah organik dan daur ulang (program 3R: *reuse, recycle, reduce*) maka diharapkan hanya sampah organik dan daur ulang saja yang layak dibuang ke TPA. Dengan demikian luas lahan TPA tidak perlu terlalu luas dan atau umur operasi TPA dapat diperpanjang.

Realisasi pemisahan dan pengelolaan sampah dalam rangka reduksi volume sampah dengan tujuan meringankan beban tamping TPA dan sebagai kegiatan yang bernilai tambah berupa pemanfaatan

sampah organik hasil pemisahan/pemilahan untuk dijadikan bahan kompos.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil kasus wilayah kecamatan Mengwi, kabupaten Badung, Provinsi Bali.

Data primer dilakukan dengan melakukan pengukuran jarak dari pangkalan truk ke TPA dan jarak ke TPS dan kembali ke pangkalan truk masing-masing desa.

Data sekunder didapat dengan mengumpulkan data-data historis yang dimiliki oleh DKP kabupaten Badung, dan kecamatan Mengwi seperti a) jumlah penduduk, b) jumlah produksi sampah penduduk Mengwi, c) Rencana Tata Ruang Wilayah (RUTR) kecamatan Mengwi, d) biaya-biaya investasi yang diperlukan dalam membangun TPA dan e) data-data lain yang mendukung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jarak Desa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan Pangkalan Kebersihan (Pangkalan Truk)

Adapun jarak dari desa ke Tempat Pembuangan Akhir dan Pangkalan dapat dilihat pada Tabel 1.

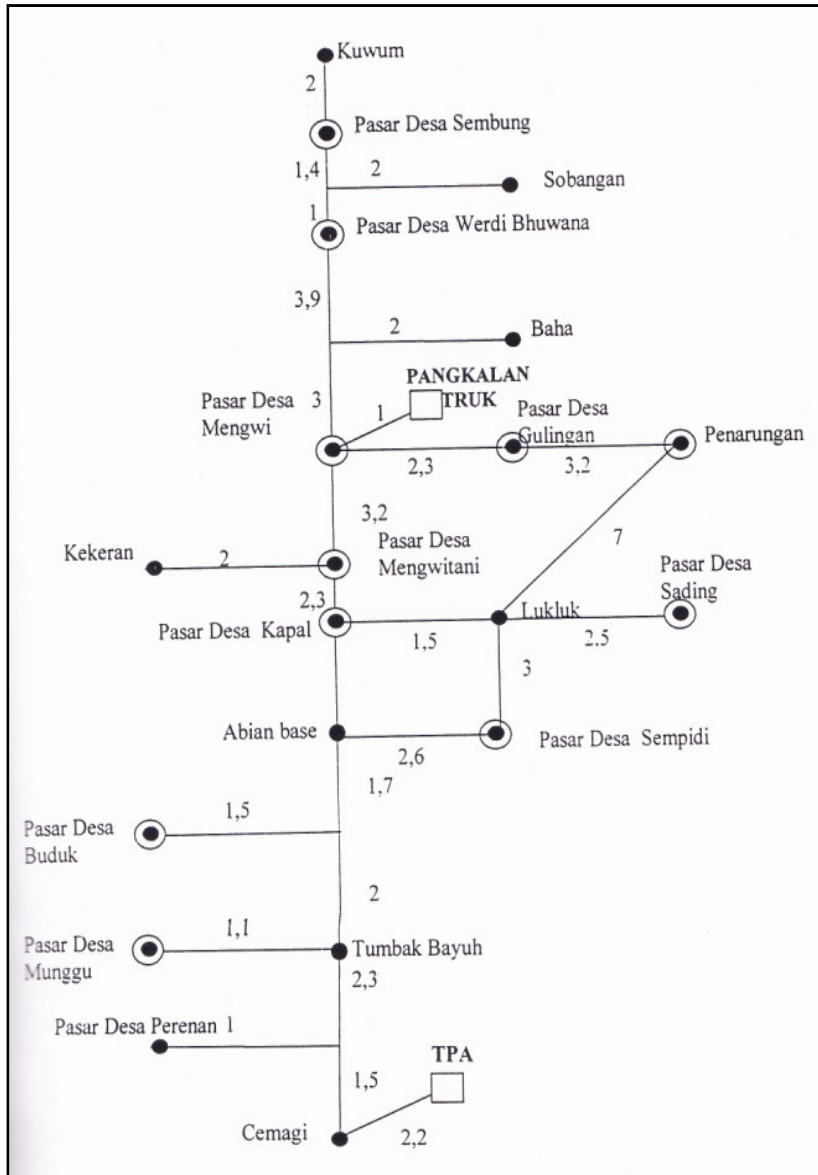
Tabel 1 Jarak dari Desa ke TPA

No.	Kelurahan/Desa	Jarak Ke TPA (Km)	Jarak Ke Pangkalan (Km)
1	Cemagi	4,7	16,0
2	Munggu	7,1	13,8
3	Pererenan	2,2	16,5
4	Tumbakbayuh	6,0	12,2
5	Buduk	11,2	12,2
6	Abianbase	9,7	9,0
7	Sempidi	12,3	11,0
8	Sading	16,2	10,5
9	Lukluk	13,7	8,0
10	Kapal	12,2	6,5
11	Kekeran	16,5	6,2
12	Mengwitani	14,5	4,2
13	Mengwi	17,7	1,0
14	Gulingan	20,0	1,3
15	Penarungan	20,7	4,5
16	Baha	22,7	6,0

17	Werdibhuana	24,6	10,9
18	Sobangan	27,6	10,9
19	Sembung	27,0	10,3
20	Kuwum	29,0	12,3
21	Pangkalan	18,7	

Sumber: (Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) 2004)

Letak pangkalan truk, TPA, pasar desa atau kelurahan di kecamatan mengwi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Letak pangkalan truk, TPA, pasar desa atau kelurahan di Kecamatan Mengwi

Sistem Pengelolaan Sampah di Kecamatan Mengwi.

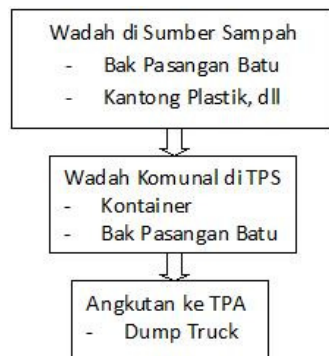
Penanganan persampahan di Kecamatan Mengwi yang ditangani oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan dalam hal pelayanan pengangkutan sampah, masih terbatas pada daerah di sekitar wilayah pemukiman, perdagangan, dan perkantoran yang dekat dengan jalan raya sehingga

untuk yang belum terlayani melakukan pembuangan sampah sendiri-sendiri yaitu dibuang di pekarangan ataupun dibakar.

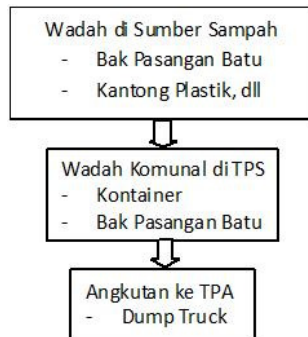
Bentuk dan jenis pewardahan sampah di TPS menggunakan pewardahan secara komunal dengan dua bentuk yaitu pasangan batu dan container dengan volume 6 m³ sedangkan bentuk bak pasangan batu yaitu 1,2 – 1,5 m³. Lokasi yang strate-

gis bagi tempat penampungan sampah sementara adalah lokasi yang mudah terjangkau oleh masyarakat dan mudah dida-tangi oleh truk pengangkut sampah serta letaknya tidak mengganggu arus lalu lin-tas. Untuk mengatasi timbulan sampah ini maka peran dan koordinasi lembaga ban-jar sangat baik untuk membantu menga-tasi pewardahan ini. Adapun system opera-sional pelayanan persampahan dapat di-lihat pada Gambar 2.

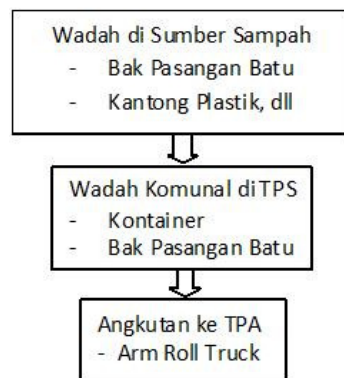
- Sampah Rumah Tangga/Pemukiman



- Sampah Fasilitas Umum/Sosial



- Sampah Perdagangan (Pasar, Perto-koan, Terminal)



- Sampah Jalan Raya



Gambar 2 Sistem Operasional Pelayanan Persampahan

Peramalan Volume Sampah

Untuk peramalan volume sampah terlebih dahulu menghitung peramalan jumlah penduduk pada daerah pelayanan, un-tuk kemudian dihitung volume sampah serta beberapa volume kompos yang dapat dihasilkan.

Permalan Jumlah Penduduk

Peramalan jumlah dalam penelitian ini menggunakan metode Geometrik

$$P_n = P_0(1 + r)^n \text{ dimana:}$$

P_n = jumlah penduduk tahun ke n

P_0 = jumlah penduduk pada tahun dasar

R = laju pertumbuhan per tahun

n = jumlah interval tahun.

Ramalan Jumlah penduduk dapat di-lihat pada tabel 5.

Peramalan Volume Sampah dan Jumlah Pelanggan yang terlayani

Peramalan yang diperlukan untuk kaitannya dengan analisa investasi, tariff re-tribusi adalah peramalan jumlah pelang-gan jasa pelayanan sampah dengan asum-si:

- Rata-rata jumlah jiwa per rumah tang-ga adalah 5 orang.
- Prosentase penduduk yang terlayani adalah 63 % dari total penduduk di ke-camatan mengwi.
- Luas daerah pelayanan hanya men-cakup daerah Mengwi saja.
- Diasumsikan rata-rata jumlah timbu-nan sampah berdasarkan data analisa pengelolaan sampah Sarbagita, 2003 adalah: 2,1 liter perkapita atau sama dengan 0,002 m3 per hari (Badan Pe-ngelola Kebersihan Sarbagita. BPKS 2003)

- Berdasarkan data analisa pengelolaan sampah Sarbagita, 2003 volume sampah untuk pasar diasumsikan sebesar 0,01 m³ per hari (Badan Pengelola Kebersihan Sarbagita. BPKS 2003)
 - Pendapatan retribusi untuk fasilitas umum diasumsikan mengalami kenaikan sebesar 20 % setiap tiga tahun sekali.
- Peramalan volume sampah dan jumlah pelanggan rumah tangga di kecamatan mengwi dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2 Peramalan Jumlah Penduduk

No	Tahun	Ramalan Jumlah Penduduk	Peramalan Volume Sampah Yang Dihasilkan	Jumlah Rumah Tangga
1	2004	100.740	201,48	20.148
2	2005	102.617	205,23	20.523
3	2006	104.530	209,06	20.906
4	2007	106.479	212,96	21.296
5	2008	108.465	216,93	21.693
6	2009	110.488	220,98	22.098
7	2010	112.550	225,10	22.510
8	2011	114.652	229,30	22.930
9	2012	116.793	233,59	23.359
10	2013	118.975	237,95	23.795
11	2014	121.198	242,40	24.240
12	2015	123.463	246,93	24.693
13	2016	125.772	251,54	25.154
14	2017	128.124	256,25	25.625
15	2016	130.521	261,04	26.104
16	2019	132.964	265,93	26.593
17	2020	135.453	270,91	27.091
18	2021	137.989	275,98	27.598
19	2022	140.573	281,15	28.115
20	2023	143.207	286,41	28.641

Sumber: Analisis

Peramalan Jumlah Kendaraan yang diperlukan

Kebutuhan kendaraan pengangkut sampah dihitung berdasarkan jumlah timbulan sampah di Kecamatan Mengwi yang dihasilkan, baik untuk sampah domestik maupun sampah non domestik. Untuk sampah domestic yang diperhitungkan berdasarkan volume sampah yang dihasilkan perkapita sedangkan untuk sampah non domestic dihasilkan oleh pasar, took dan sarana kesehatan dibagi dengan volume sampah yang dapat diangkut oleh masing-masing kendaraan. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan jumlah kendaraan adalah: 1). Dump truck dari kota Mengwi ke TPA

Canggu bias mengangkut 4 rit per hari dimana masing-masing 8 m³ sehingga total keseluruhan dump truck dapat mengangkut 32 m³ perhari. Dump truck mengangkut 4 rit perhari karena terkait dengan jadwal pengambilan sampah di masing-masing kelurahan. Jadwal pengambilan sampah dilakukan sebanyak 2 (dua) kali rit pada pagi hari dan 2 (dua) kali rit pada sore hari. 2). Armroll truck dari kota Mengwi ke TPA Canggu bias mengangkut sebanyak 4 rit perhari masing-masing 6 m³ sehingga total keseluruhan container dapat mengangkut 24 m³ perhari. Perhitungan jumlah peralatan transportasi sampah untuk tahun 2004-2023 dapat dilihat pada tabel 3. Rekapitulasi jumlah angku-

tan yang diperlukan dapat dilihat pada ta- bel 4.

Tabel 3. Analisa Perhitungan Jumlah Kebutuhan Kendaraan ;

a. Tahun 2004 – 2008

Uraian	Satuan	Tahun 2004	Tahun 2005	Tahun 2006	Tahun 2007	Tahun 2008
Sampah Domestik						
Jumlah Penduduk	Jiwa	100.740,01	102.616,99	104.529,62	106.478,57	108.464,53
Timbulan	m3/h	201,48	205,23	209,06	212,96	216,93
Sampah Non Domestik						
1. Pasar	m3/h	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65
2. Klinik	m3/h	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
3. Toko	m3/h	44,10	44,10	44,10	44,10	44,10
Total sampah non domestik		79,71	79,71	79,71	79,71	79,71
total sampah kota	m3/h	281,19	284,94	288,77	292,67	296,64
Sistem Kontainer (%)	40	133,27	134,77	136,30	137,86	139,45
Sistem Dumptruck (%)	60	147,92	150,18	152,47	154,81	157,19
Jumlah Dump Truck		4,62	4,69	4,76	4,84	4,91
dibulatkan	unit	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Jumlah Kontainer		12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Jml. Truk Armroll		3,00	5,62	5,68	5,74	5,81
Jml Gerobak		93,73	94,98	96,26	97,56	98,88
dibulatkan	unit	94	95	96	98	99
Bin Pemilah		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
dibulatkan	unit	3	3	3	3	3

b. Tahun 2009 – 2013

Uraian	Satuan	Tahun 2009	Tahun 2010	Tahun 2011	Tahun 2012	Tahun 2013
Sampah Domestik						
Jumlah Penduduk	Jiwa	110.488,20	112.550,30	114.651,57	116.792,74	118.974,57
Timbulan	m3/h	220,98	225,10	229,30	233,59	237,95
Sampah Non Domestik						
1. Pasar	m3/h	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65
2. Klinik	m3/h	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
3. Toko	m3/h	44,10	44,10	44,10	44,10	44,10
Total sampah non domestik		79,71	79,71	79,71	79,71	79,71
total sampah kota	m3/h	300,69	304,81	309,01	313,30	317,66
Sistem Kontainer (%)	40	141,06	142,71	144,40	146,11	147,85
Sistem Dumptruck (%)	60	159,62	162,10	164,62	167,19	169,81
Jumlah Dump Truck		4,99	5,07	5,14	5,22	5,31
dibulatkan	unit	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Jumlah Kontainer		12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Jml. Truk Armroll		5,88	5,95	6,02	6,09	6,16
Jml Gerobak		100,23	101,60	103,00	104,43	105,89
dibulatkan	unit	100	102	103	104	106
Bin Pemilah		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
dibulatkan	unit	3	3	3	3	3

c. Tahun 2004 – 2008

Uraian	Tahun 2014	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
Sampah Domestik						
Jumlah Penduduk	121.197,84	123.463,34	125.771,86	128.124,22	130.521,25	132.963,82
Timbulan	242,40	246,93	251,54	256,25	261,04	265,93
Sampah Non Domestik						
1. Pasar	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65
2. Klinik	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
3. Toko	44,10	44,10	44,10	44,10	44,10	44,10
Total sampah non domestik	79,71	79,71	79,71	79,71	79,71	79,71
total sampah kota	322,11	326,64	331,25	335,96	340,75	345,64
Sistem Kontainer (%)	149,63	151,44	153,29	155,17	157,09	159,05
Sistem Dumptruck (%)	172,47	175,19	177,96	180,79	183,66	186,59
Jumlah Dump Truck	5,39	5,47	5,56	5,65	5,74	5,83
dibulatkan	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Jumlah Kontainer	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Jml. Truk Armroll	6,23	6,31	6,39	6,47	6,55	6,63
Jml Gerobak	107,37	108,88	110,42	111,99	113,58	115,21
dibulatkan	107	109	110	112	114	115
Bin Pemilah	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00
dibulatkan	3	3	4	4	4	4

d. Tahun 2004 – 2008

Uraian	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024
Sampah Domestik					
Jumlah Penduduk	135.452,77	137.988,99	140.573,38	143.206,86	145.890,35
Timbulan	270,91	275,98	281,15	286,41	291,78
Sampah Non Domestik					
1. Pasar	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65
2. Klinik	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
3. Toko	44,10	44,10	44,10	44,10	44,10
Total sampah non domestik	79,71	79,71	79,71	79,71	79,71
total sampah kota	350,62	355,69	360,86	366,12	371,49
Sistem Kontainer (%)	161,04	163,07	165,13	167,24	169,39
Sistem Dumptruck (%)	189,58	192,62	195,72	198,88	202,10
Jumlah Dump Truck dibulatkan	5,92	6,02	6,12	6,22	6,32
Jumlah Kontainer	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Jumlah Truk Armroll	12,00	20,38	20,64	20,90	21,17
Jml. Truk Gerobak dibulatkan	6,71	6,79	6,88	6,97	7,06
Jml Gerobak dibulatkan	116,87	118,56	120,29	122,04	123,83
Bin Pemilah dibulatkan	117	119	120	122	124
Bin Pemilah dibulatkan	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Bin Pemilah dibulatkan	4	4	4	4	4

Sumber: Analisa

Sistem Lintasan Pelayanan Sampah di Kecamatan Mengwi

Pusat pangkalan kebersihan atau berlokasi di desa Mengwi. Dengan jumlah kebutuhan truk sebanyak 5 buah, rute rencana angkutan sampah di Kecamatan Mengwi berdasarkan jarak yang paling efisien dengan asumsi masing-masing kendaraan dapat mengangkut 4 kali rit adalah sebagai berikut:

Jalur Tempuh

Truk 1 : Pangkalan - Kuwum - TPA - Mengwi - TPA - TPA - Perenan - TPA - ke Pangkalan.

Truk 2 : Sembung - TPA - Gulingan - TPA - Lukluk - TPA - Cemagi - TPA - Pangkalan.

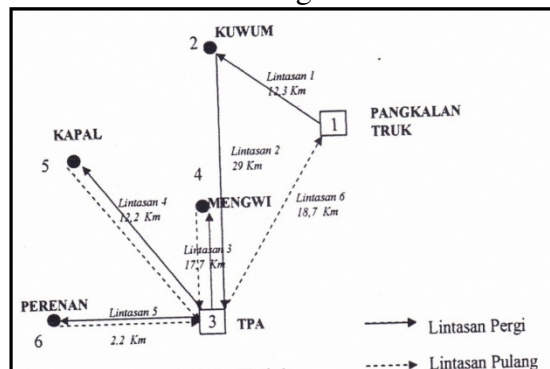
Truk 3 : Pangkalan - Werdhibhuwana - TPA - Penarungan - TPA - Sading - TPA - Munggu - TPA - Pangkalan.

Truk 4 : Pangkalan - Werdhibhuwana - TPA - Mengwitani - TPA - Abian Base - TPA - Tumbak Bayuh - TPA - Pangkalan.

Jarak Tempuh

Truk 1 : Jarak dari Pangkalan ke Kuwum + Jarak Kuwum ke TPA + Jarak TPA ke Mengwi + Jarak dari Mengwi ke TPA +

Jarak dari TPA ke Kapal + Jarak dari Kapal ke TPA + Jarak dari TPA ke Perenan + Jarak dari Perenan ke TPA + Jarak dari TPA ke Pangkalan.



Gambar 3. Diagram Jarak Angkut Truk 1

Jarak angkut masing-masing truk dari pangkalan, berakhir kembali ke pangkalan adalah sebagai berikut:

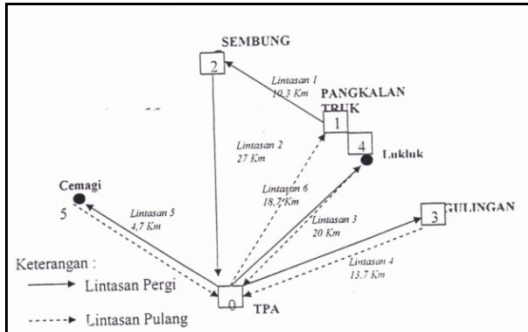
Rute Truk 1 adalah:

1 → 2 → 3 → 4 → 3 → 5 → 3 → 6 → 3 → 1
 Total Jarak Tempuh Truk 1 = 12,3+29+17,7+17,7+12,2+12,2+2,2+2,2+18,7 = 124,2 Km

Diagram jarak angkut truk 1 dapat dilihat pada Gambar 3.

Truk 2 : Jarak dari Pangkalan ke Sembung + Jarak Sembung ke TPA + Jarak TPA ke Gulingan + Jarak dari Gulingan ke TPA + Jarak dari TPA ke

Lukluk + Jarak dari Lukluk ke TPA + Jarak dari TPA ke Cemagi + Jarak dari Cemagi ke TPA + Jarak dari TPA ke Pangkalan.



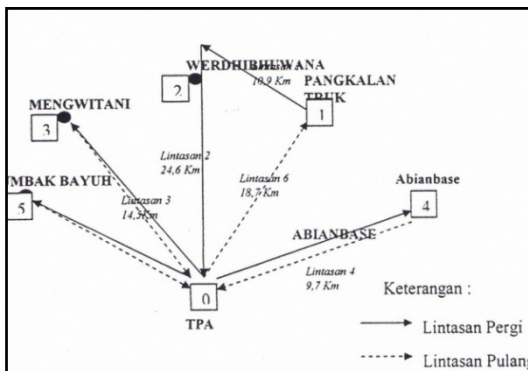
Gambar 4. Diagram Jarak Angkut Truk 2.

Rute Truk 2 adalah: 1 → 2 → 0 → 3 → 0 → 4 → 0 → 5 → 1

Total Jarak Tempuh Truk 2 =
 10,3+27+20+20+13,7+13,7+4,7+4,7+18,7
 = 132,8 Km

Diagram jarak angkut truk 2 dapat dilihat pada Gambar 4.

Truk 3 : Jarak dari Pangkalan ke Werdhibuwana + Jarak Werdhibuwana ke TPA + Jarak TPA ke Pendarungan + Jarak dari Pendarungan ke TPA + Jarak dari TPA ke Sading + Jarak dari Sading ke TPA + Jarak dari TPA ke Munggu + Jarak dari Munggu ke TPA + Jarak dari TPA ke Pangkalan.



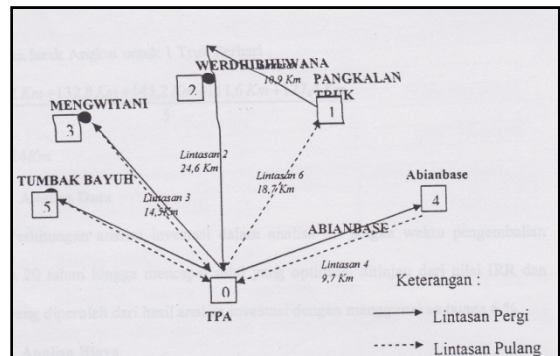
Gambar 5. Diagram Jarak Angkut Truk 3.

Rute Truk 3 adalah: 1 → 2 → 0 → 3 → 0 → 4 → 0 → 5 → 1

Total Jarak Tempuh Truk 3 =
 10,9+27,6+20,7+20,7+16,2+16,2+7,1+7,1
 +18,7 = 145,2 Km

Diagram jarak angkut truk 3 dapat dilihat pada Gambar 5.

Truk 4 : Jarak dari Pangkalan ke Werdhibuwana + Jarak Werdhibuwana ke TPA + Jarak TPA ke Mengwitani + Jarak dari Mengwitani ke TPA + Jarak dari TPA ke Abian Base + Jarak dari Abian Base ke TPA + Jarak dari TPA ke Tumbak Bayuh + Jarak dari Tumbak Bayuh ke TPA + Jarak dari TPA ke Pangkalan.



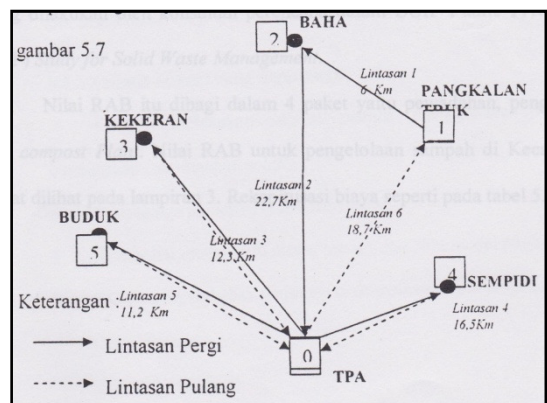
Gambar 6. Diagram Jarak Angkut Truk 4.

Rute Truk 4 adalah: 1 → 2 → 0 → 3 → 0 → 4 → 0 → 5 → 1

Total Jarak Tempuh Truk 4 =
 7,9+24,6+14,5+14,5+9,7+9,7+6+6+18,7
 = 111,6 Km

Diagram jarak angkut truk 4 dapat dilihat pada Gambar 6.

Truk 5 : Jarak dari Pangkalan ke Baha + Jarak Baha ke TPA + Jarak TPA ke Kekeran + Jarak dari Kekeran ke TPA + Jarak dari TPA ke Sempidi + Jarak dari Sempidi ke TPA + Jarak dari TPA ke Buduk + Jarak dari Buduk ke TPA + Jarak dari TPA ke Pangkalan.



Gambar 7. Diagram Jarak Angkut Truk 5. $=6+22,7+16,5+16,5+12,3+12,3+11,2+11,2+18,7 = 127,4 \text{ Km}$
 Rute Truk 5 adalah: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 0 \rightarrow 3 \rightarrow 0 \rightarrow 4 \rightarrow 0 \rightarrow 5 \rightarrow 1$
 Total Jarak Tempuh Truk 5

Diagram jarak angkut truk 5 dapat dilihat pada Gambar 7.

Rata-rata jarak angkut untuk 1 truk perhari

$$= \frac{124,2 + 132,8 + 145,2 + 111,6 + 127,4}{5} = 128,24 \text{ Km}$$

Rekapitulasi jumlah angkutan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 6. Rekapitulasi jumlah angkutan yang diperlukan.

NAMA ALAT	SATUAN	JUMLAH									
		Tahun 2004	Tahun 2005	Tahun 2006	Tahun 2007	Tahun 2008	Tahun 2009	Tahun 2010	Tahun 2011	Tahun 2012	
- Bin Pemilah	unit	3	3	3	3	3	3	3	4	4	
- LH Kontainer	unit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
- Gerobak	unit	94	95	96	98	99	100	102	103	104	
- Dump Truck	unit	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
- Armroll Truck	unit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

NAMA ALAT	SATUAN	JUMLAH									
		Tahun 2013	Tahun 2014	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	
- Bin Pemilah	unit	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
- LH Kontainer	unit	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
- Gerobak	unit	106	107	109	110	112	114	115	117	119	
- Dump Truck	unit	5	5	6	6	6	6	6	6	6	
- Armroll Truck	unit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

NAMA ALAT	SATUAN	JUMLAH		
		Tahun 2022	Tahun 2023	Tahun 2024
- Bin Pemilah	unit	4	4	4
- LH Kontainer	unit	11	11	11
- Gerobak	unit	120	122	124
- Dump Truck	unit	6	6	6
- Armroll Truck	unit	3	3	3

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

- Sistem pengelolaan sampah dimulai dari timbulan sampah dibawa ke TPS, TPS bias berupa: bin container, bak pemilah dari pasangan batu atau fiber.
- Dari TPS sampah diangkut ke TPA dengan *Amror Truck* dan *Dump truck*.
- Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada tahun 2004 total sampah 281,19 m3/hari, kendaraan yang diperlukan adalah 5 dump truck, 12 kontainer, 3 truck amroll, 94 unit gerobak, bin pemilah 3 unit. Tahun 2014 total sampah menjadi 322,11 m3/hari, dibutuhkan kendaraan 5 dump truck, 12 kontainer, 6 truck amroll, 107 unit gerobak, bin pemilah 3 unit. Tahun

2024 total sampah telah menjadi 371,49 m3/hari, dibutuhkan kendaraan 6 dump truck, 21 kontainer, 7 truck armroll, 124 gerobak, 4 bin pemilah.

DAFTAR PUSTAKA

Aboejoewono, A. (1985). *Pengelolaan Sampah Menuju ke Sanitasi Lingkungan dan Permasalahannya; Wilayah DKI Jakarta Sebagai Suatu Kasus*. Jakarta.

Badan Pengelola Kebersihan Sarbagita. BPKS (2003). *Rencana Anggaran Operasional*.

Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) (2004). *Data Personil Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kabupaten Badung*.