

## Analisis Kebutuhan Jenis Armada Pengangkut Berdasarkan Volume Sampah Prediksi di Kabupaten Karanganyar

### *The Analysis of Trash Transport Vehicle Needs Based On Trash Heap Volume at Karanganyar District*

Annisa Indah Mukti Nurani<sup>1</sup>, Bambang Rahadi<sup>2\*</sup>, Alexander Tunggul Sutan Haji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

<sup>2</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

\*Email Korespondensi: [jbrahadi@ub.ac.id](mailto:jbrahadi@ub.ac.id)

#### Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk, sosial ekonomi, dan teknologi di Kabupaten Karanganyar yang berada sekitar 14 km sebelah timur Kota Surakarta merupakan salah satu penyebab volume sampah semakin meningkat, sementara kemampuan mengangkut sampah tidak diperhitungkan. Kondisi tersebut mendorong untuk dilakukan penelitian dengan tujuan memprediksi sampah yang dihasilkan agar mengetahui jumlah alat angkut sampah yang ideal. Sampah yang akan datang diprediksi menggunakan metode trend, sedangkan kebutuhan jumlah armada dan jumlah ritasi akan disesuaikan dengan hasil prediksi volume sampah rata-rata per hari. Berdasarkan hasil penelitian hasil prediksi volume sampah pada tahun 2032 adalah 1205.6 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>, dan pada tahun 2042 nilai volume sampah meningkat menjadi 1583.5 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>. Peningkatan volume sampah yang diprediksi dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang meningkat, hasil prediksi jumlah penduduk pada tahun 2032 adalah 490282 jiwa dan pada tahun 2042 sebesar 550733 jiwa. Usaha untuk mengatasi peningkatan volume sampah ini adalah dengan meningkatkan sarana prasarana di TPA, dengan jumlah armada dan sistem ritasi yang ada di TPA Sukosari untuk dapat mengangkut volume sampah pada tahun 2032 maka dibutuhkan penambahan 1 unit pada masing-masing armada dan penambahan 3 x sistem ritasi. Pengangkutan volume sampah secara maksimal pada Tahun 2042 adalah dengan menambah 1 unit armada dan penambahan 4 x jumlah ritasi.

Kata kunci: Jumlah armada, Prediksi, Sistem ritasi, Tempat pembuangan akhir, Volume sampah

#### Abstract

*The increase of population, socio economic and technology in Karanganyar Regency that was located around 14 km east of Surakarta city was one of rubbish volume causes increased, meanwhile the ability to transport the rubbish stayed the same. That condition led to conduct a research aimed to predict rubbish produced in order to know an ideal rubbish transport vehicle number. The predicted-upcoming rubbish used a trend method, while vehicle number needs and fleet number would be adjusted with a per-day average rubbish volume prediction result. Based on the research result, rubbish volume prediction result in the year of 2032 and 2042 was 1205.6 and 1583.5 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>, respectively. The increase of rubbish volume predictions was affected by the increased population. The number of population predictions result in the year of 2032 and 2042 was 490282 and 550733 peoples, respectively. An effort to overcome the garbage volume increases was by improving facilities in final disposal place (TPA) with fleet number and system available in TPA Sukosari in order to be able to transport rubbish volume in the year of 2032 so that needed 1 extra unit for each vehicle and 3 time fleet system. The maximum rubbish volume transport in the year of 2042 was by adding 1 more vehicle and 4 time fleet numbers.*

*Keywords : Final disposal place, Rubbish, Transport vehicle*

## PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk di Kabupaten Karanganyar selain membawa keuntungan dengan tumbuh dan berkembangnya kabupaten menjadi pusat kegiatan ekonomi, industri, sosial dan budaya juga membawa konsekuensi terjadinya kemunduran kualitas lingkungan hidup, salah satunya berupa masalah sampah. Peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Karanganyar menyebabkan volume sampah semakin meningkat, sementara kemampuan mengangkut sampah tidak berubah. Peningkatan jumlah penduduk, sosial ekonomi, dan teknologi akan mempengaruhi pola konsumsi masyarakat. Perubahan tersebut akan berpengaruh pula pada volume, jenis, dan karakteristik sampah yang dihasilkan.

Filosofi pengelolaan sampah selama ini adalah dikumpulkan, ditampung di tempat pembuangan sementara, dan akhirnya dibuang ke tempat pembuangan akhir. Keterbatasan lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sulitnya memperoleh ruang sebagai tempat pembuangan sampa dan kebutuhan dana yang besar untuk dapat menjalankan fungsi TPA secara optimal perlunya upaya pengelolaan sampah yang lebih baik, salah satunya dengan melakukan prediksi kebutuhan alat angkut sampah di Kabupaten Karanganyar.

## METODE PENELITIAN

### Wilayah Studi

Kabupaten Karanganyar terletak antara 110° 40" - 110° 70" Bujur Timur dan 7° 28" - 7° 46" Lintang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Karanganyar adalah 77378.634 Ha. Kabupaten Karanganyar terdiri dari 17 kecamatan yang meliputi 15 kelurahan dan 162 desa, 1835 RW dan 6020 RT. Jumlah penduduk Kabupaten Karanganyar berdasarkan registrasi tahun 2012 sebanyak 838762 jiwa dengan jumlah keluarga sebanyak 246220 KK, yang terdiri dari laki-laki 414715 jiwa dan perempuan 424047 jiwa (BPS Karanganyar, 2012).

TPA Sukosari dengan luas lahan 4.5 ha beroperasi pada tahun 1993 melayani

pengangkutan sampah untuk enam kecamatan di Kabupaten Karanganyar. Prasarana dan sarana yang ada antara lain bulldozer, satu buah excavator, bangunan pengamat, instalasi pengolah leachete dengan sistem septic tank 1 buah, dan brak pemulung. Sistem pengelolaan sampah di TPA Sukosari menggunakan *controlled landfill*. Sampah ditimbun dalam suatu TPA sampah yang sebelumnya telah dipersiapkan secara teratur, dibuat barisan dan lapisan setiap harinya dan dalam kurun waktu tertentu timbunan sampah tersebut diratakan, dipadatkan oleh alat berat seperti bulldozer. Setelah rata dan padat timbunan sampah lalu ditutup oleh tanah, pada *controlled landfill* di TPA Sukosari timbunan sampah tidak ditutup setiap hari, biasanya lima hari sekali.

Tabel 1. Total kapasitas truk sampah menurut jenis armada yang dimiliki DKP Kabupaten Karanganyar pada tahun 2012/2013

Jenis	$\Sigma$	KAU	R	KAA
<i>Dump truck</i>	7	8	2	112
<i>Arm roll truck</i>	5	6	6	180
Mitsubishi engkel	1	6	2	12
Truck double	1	8	2	16

Sumber: DKP Kabupaten Karanganyar;  $\Sigma$ : jumlah armada (unit), KAU: kapasitas angkut per unit ( $m^3 \text{unit}^{-1} \text{hari}^{-1}$ ), R: ritasi ( $\text{rit unit}^{-1} \text{hari}^{-1}$ ), KAA: total kapasitas angkut setiap jenis armada ( $m^3 \text{hari}^{-1}$ )

Total kapasitas truk sampah menurut jenis armada pengangkutan dapat dilihat pada Tabel 1. Armada sampah di Kabupaten Karanganyar sebanyak 14 truk terdiri dari *dump truck* sebanyak 7 buah, *arm roll truck* sebanyak 5 buah, mitsubishi engkel sebanyak 1 buah, dan truk double sebanyak 1 buah. *Dump truck* merupakan truk pengangkut sampah yang dilengkapi dengan penutup bak truk, biasanya bak *dump truck* terbuat dari kayu. *Arm roll truck* merupakan truk pengangkut sampah yang dilengkapi mesin untuk mengangkat atau menurunkan kontainer yang didesain sebagai wadah sampah yang terbuat dari besi atau baja. Mitsubishi engkel hampir sama dengan *dump truck*. Perbedaan mitsubishi engkel dengan *dump truck* yaitu volume bak truk *mitsubishi* engkel lebih

kecil daripada bak dump truck dan biasanya bak truk *mitsubishi* engkel terbuat dari besi. Intensitas atau frekuensi pengangkutan sampah dilakukan setiap hari.

**Pengambilan Data**

Teknis pengumpulan data dilakukan melalui kunjungan lapang dan studi pustaka. Kunjungan lapang dilakukan untuk memperoleh data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung ke TPA Sukosari, Kecamatan Jumantono, Kabupaten Karanganyar, sedangkan data sekunder diperoleh melalui suatu kantor atau instansi yaitu Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. Studi pustaka dilakukan melalui penelusuran informasi dari buku-buku literatur, laporan hasil penelitian tentang sampah, dan dari internet.

**Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif dan metode trend. Metode analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang dibutuhkan di Kabupaten Karanganyar berdasarkan volume sampah, intensitas, ritasi, dan kapasitas truk. Metode trend digunakan untuk memprediksi jumlah sampah yang terjadi tiga puluh tahun yang akan datang.

Teknik pengolahan data yang digunakan untuk menentukan jumlah peralatan angkut sampah yang dibutuhkan menurut metode yang dikembangkan Utomo & Sulastoro, 1999.

Menghitung rata-rata volume sampah per hari ( $\bar{v}$ ) berdasarkan perbandingan volume sampah tiap tahun ( $v$ ) dengan jumlah hari dalam satu tahun ( $t$ ).

$$\bar{v} = \frac{v \text{ (m}^3\text{)}}{t \text{ (hari)}} \dots\dots\dots(1)$$

Menghitung rata-rata volume sampah per jiwa ( $v_p$ ) berdasarkan perbandingan rata-rata volume sampah per hari ( $\bar{v}$ ) dengan jumlah penduduk ( $p$ ).

$$v_p = \frac{(\bar{v}) \text{ (m}^3\text{hari}^{-1}\text{)}}{p \text{ (jiwa)}} \dots\dots\dots(2)$$

Prediksi volume sampah adalah memperkirakan volume sampah pada tahun yang akan datang dengan mengacu pada pertambahan volume sampah pada tahun-tahun yang sebelumnya. Prediksi volume sampah pada tahun yang akan

datang digunakan pendekatan matematis dengan persamaan garis lurus  $Y_i' = a + bX_i$ , dimana  $Y_i$ = volume sampah,  $X_i$ = jumlah penduduk (Rimbawan, 2011).

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \dots\dots\dots(3)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - b \sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(4)$$

Prediksi jumlah penduduk adalah memperkirakan jumlah penduduk pada tahun yang akan datang dengan mengacu pada pertumbuhan jumlah penduduk pada tahun-tahun sebelumnya. Metode yang digunakan dalam memprediksi penduduk adalah dengan menggunakan metode linier seperti pada perhitungan prediksi volume sampah.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sampah padat dapat digolongkan menjadi dua. berdasarkan asalnya yaitu sampah organik dan sampah anorganik (Basriyanta, 2007). Sampah padat berasal dari berbagai sumber yaitu. rumah tangga, daerah komersial, sampah institusi, sampah dari sisa-sisa konstruksi bangunan, sampah dari fasilitas umum, sampah dari hasil pengelolaan air buangan serta sisa-sisa pembakaran dari insinerator, sampah dari industri, sampah pertanian (Kastaman & Ade, 2007).

Jumlah penduduk enam kecamatan di Kabupaten Karanganyar dari tahun 2003 sampai dengan 2012 selalu mengalami peningkatan (Tabel 2). Kenaikan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan pembangunan perumahan, tempat industri, dan fasilitas pendidikan.

Tabel 2. Pertumbuhan penduduk pada enam Kecamatan di dalam wilayah TPA Sukosari di Kabupaten Karanganyar selama 10 tahun

Thn	Jumlah Penduduk (jiwa)			Pertambahan	
	Pria	Wanita	Jumlah	Jiwa	%
2003	173788	178507	352295	-	-
2004	175468	180808	356276	3981	1.13
2005	178761	184268	363029	6753	1.90
2006	179160	184496	363656	627	0.17
2007	180771	185717	366488	2832	0.78
2008	186954	190035	376989	10501	2.87
2009	188672	191460	380132	3143	0.83
2010	190490	192761	383251	3119	0.82
2011	200266	203894	404160	20909	5.46
2012	201044	206941	407985	3825	0.95

Sumber: BPS Karanganyar (2012)

Sampah baik kuantitas maupun kualitasnya sangat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan dan taraf hidup masyarakat. Beberapa faktor yang penting antara lain adalah jumlah penduduk, keadaan sosial ekonomi, dan kemajuan teknologi (Slamet, 2004).

Volume sampah yang masuk ke TPA Sukosari dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 3. Volume sampah yang masuk ke TPA Sukosari pada tahun 2012 hampir 2 kali lipat sampah yang masuk ke TPA Sukosari tahun 2003. Ini disebabkan karena adanya pergeseran pola konsumsi masyarakat. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Kabupaten Karanganyar, semakin banyak pula kebutuhan yang harus dipenuhi. Akibat semakin meningkatnya tingkat konsumsi masyarakat serta aktivitas lainnya, bertambah pula sampah yang dihasilkan.

Tabel 3. Volume sampah di TPA Sukosari tahun 2003- 2012

Tahun	Volume Sampah (m <sup>3</sup> tahun <sup>-1</sup> )	Volume rata-rata sampah harian* (m <sup>3</sup> hari <sup>-1</sup> )
2003	125000	342.47
2004	130000	356.16
2005	130000	356.16
2006	132500	363.01
2007	175000	479.45
2008	195000	534.25
2009	200000	547.95
2010	212500	582.19
2011	225000	616.44
2012	230000	630.14

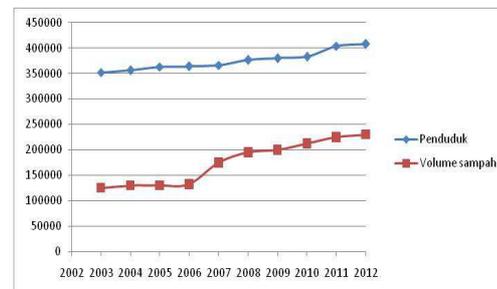
Sumber: DKP Kabupaten Karanganyar; \*: data diolah

Hasil prediksi jumlah penduduk pada tahun 2032 adalah sebesar 490282 jiwa dengan prediksi volume sampah adalah 434015.15 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> atau 1205.6 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>. Peningkatan jumlah penduduk dan volume sampah juga dialami pada tahun 2042 dimana hasil prediksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk pada tahun tersebut adalah 550733 jiwa dengan perkiraan volume sampah yang dihasilkan 570075.76 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> atau 1583.54 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>.

Berdasarkan data hasil perhitungan di atas, setiap tahunnya volume sampah yang dihasilkan tiap jiwanya meningkat. Pada tahun 2012 dengan jumlah penduduk 407985 jiwa menghasilkan volume sampah sebesar 230000 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> (Gambar 1), sehingga tiap jiwa menyumbang 0.56 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup>. Tahun 2032 setiap jiwa menyumbang sampah 0.89 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> dan

pada Tahun 2042 setiap jiwa menyumbang sampah sebesar 1.03 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup>.

Prediksi peningkatan volume sampah pada tahun 2032 dan 2042 dapat diatasi dengan menambah prasarana di TPA dan menambah jumlah ritasi pengangkutan sampah. Dengan prasarana dan jumlah ritasi pengangkutan di TPA Sukosari pada tahun 2012 dengan total kapasitas tiap harinya 320 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup> tentunya tidak akan mampu mengangkut seluruh volume sampah yang dihasilkan. Pada hasil prediksi volume sampah pada tahun 2032 maka untuk dapat mengangkut volume sampah per hari direkomendasikan untuk menambah 1 unit pada setiap jenis armada dan penambahan 3 kali lipat jumlah ritasi untuk dapat mengangkut sampah dengan volume 1205.6 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup> (Tabel 4).



Gambar 1. Peningkatan jumlah penduduk pada enam kecamatan dan volume sampah di TPA Sukosari tahun 2003-2012.

Tabel 4. Prediksi kapasitas angkut tahun 2032

Jenis	Σ	KAU	R	KAA
Dump truck	8	8	6	384
Arm roll truck	6	6	18	648
Mitsubishi	2	6	6	72
Truck double	2	8	6	96
<b>Total Kapasitas Angkut (m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>)</b>				<b>1200</b>

Σ: jumlah armada (unit), KAU: kapasitas angkut per unit (m<sup>3</sup>unit<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup>), R: ritasi (rit unit<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup>), KAA: total kapasitas angkut setiap jenis armada (m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>)

Tabel 5. Prediksi kapasitas angkut tahun 2042

Jenis	Σ	KAU	R	KAA
Dump truck	8	8	8	512
Arm roll	6	6	24	864
Mitsubishi	2	6	8	96
Truck double	2	8	8	128
<b>Total Kapasitas Angkut (m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>)</b>				<b>1600</b>

Σ: jumlah armada (unit), KAU: kapasitas angkut per unit (m<sup>3</sup>unit<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup>), R: ritasi (rit unit<sup>-1</sup> hari<sup>-1</sup>), KAA: total kapasitas angkut setiap jenis armada (m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>)

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil prediksi tahun 2042, volume sampah setiap harinya adalah 1583.54 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup> atau 5 kali dari total kapasitas tahun 2012. Bila dibandingkan dengan jumlah prasarana pada tahun 2012, maka pada tahun 2042 terjadi penambahan 1 unit pada tiap jenis armada dan penambahan 4 kali jumlah ritasi setiap harinya.

### SIMPULAN

Hasil penelitian yang telah diperoleh dapat disimpulkan: (1) hasil prediksi menunjukkan bahwa terjadi peningkatan volume sampah pada tahun 2032 dan tahun 2042 dengan volume sampah masing-masing adalah 1205.6 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup> dan 1583.54 m<sup>3</sup> hari<sup>-1</sup>. (2) peningkatan volume sampah yang dihasilkan tiap jiwa pada tahun 2012 sebesar 0.56 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> jiwa<sup>-1</sup>, pada tahun 2032 adalah 0.89 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> jiwa<sup>-1</sup> dan tahun 2042 sebesar 1.03 m<sup>3</sup> tahun<sup>-1</sup> jiwa<sup>-1</sup>. (3) penambahan 1 unit pada tiap jenis armada dan peningkatan 3 kali jumlah ritasi mampu mengatasi pengangkutan volume sampah yang meningkat pada tahun 2032, sedangkan penambahan 1 unit dan penambahan 4 kali jumlah ritasi diperlukan untuk pengangkutan volume sampah pada tahun 2042.

### DAFTAR PUSTAKA

- Basriyanta. 2007. *Memanen Sampah*. Kanisius. Yogyakarta.
- BPS Karanganyar. 2012. *Karanganyar dalam Angka*. BPS. Karanganyar.
- Kastaman, R. & Ade, M.K. 2007. *Sistem Pengelolaan Reaktor Sampah Terpadu*. Humaniora. Bandung.
- Rimbawan, N. D. 2011. *Statistik Deskriptif Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Udayana University Press. Bali.
- Slamet, J.S. 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Utomo, B. & Sulastoro. 1999. *Rekayasa Penyehatan*. UNS. Surakarta.