

ANALISIS PENGELOLAAN SAMPAH TERKAIT PEMBANGUNAN POLDER KALI BANGER DI WILAYAH KECAMATAN SEMARANG TIMUR

Anung Suwarno

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jalan Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang, 50275 Telp. (024) 7473417
Email : jwahana_tspolines@yahoo.com

Abstract

Semarang is a subdistrict of east lowlands adjacent to the shore which consists of 10 villages and a catchment area Banger. Polder is a flood control system and runoff the community based management is a pilot project in Indonesia, located at the eastern most region of Semarang District land surface elevation below sea level tide. Disposal of rain water that fell in the region to the sea or water bodies need to help pump. In connection with the issue of waste management is carried optimal efforts to hold and manage the garbage that is not transported before it goes into the river and impede performance polder pump. One way of method 3R (Reuse, Reduce and Recycle) are performed and optimized in research in this area is to chop / grind waste to reduce its volume (Volume Reducing Waste / VWR) and to reduce the air content in the waste compaction using tools hydraulic jack with a capacity of 2 ton (Hidrolic Compactioning System / HCS). trial was made with two kinds of conditions in the experiment without the waste samples sorted and experiment with sorted. Of waste compaction test by hand without the obtained results are sorted and enumerated volume reduction of 17.3 % (0.000812 m³ from 0.0047 m³) determining the value of the correlation coefficient $R^2 = 0.821$ or $R = 0.906$, it is meaning that compaction can not be optimal because the condition of waste still influenced by the mix of many types of material and content of the air in it. Further trials compaction of waste with hydraulic equipment and waste sorted and chopped / grinded results obtained $R^2 = 0.885$ or $R = 0.940$, for the meaning that optimal compaction due to the condition of selected waste (organic) and content of the air inside is removed and segregated garbage can be reused or sold. The continued impact of the measures is a reduction in the number of garbage trucks ritation and can save transportation costs and fuel in accordance with national austerity program. In addition, if the waste disposed to landfill (TPA), the volume reduction process will extend the life of the landfill. The new research is a preliminary study to examine the percentage of reduction in production, reduction of production costs and transport costs in managing the waste that does not go in the garbage or dumped into the Banger. The purpose of this paper is one effort to disseminate to the public and local government in the optimal waste management and integrated with the flood disaster management should be in conjunction with waste manage mentand waste water

Kata kunci : *chopped, compaction, volume reduction*

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan

permasalahan yang sering diabaikan pengelolaannya dibandingkan dengan

kegiatan penanganan penataan kota yang lain. Kota Semarang sebagai ibukota Jawa Tengah yang terbagi dalam 11 wilayah kecamatan dengan jumlah penduduk sebesar 1.489.495 tahun 2012 dengan produksi sampah sekitar 4.500 m³/hari perlu segera dicarikan solusi pengelolaan sampahnya. Keterbatasan lahan TPA, kurangnya sarana dan prasarana juga dana sering menjadi alasan. Pola pengelolaan yang kurang serius akan berdampak timbulnya permasalahan di kemudian hari.

Khusus di wilayah Kecamatan Semarang Timur yang mempunyai luas wilayah 7,70 Ha, dengan jumlah penduduk pada tahun 2010 sebesar 80.433 jiwa (BPS, Kota Semarang 2011) tingkat kepadatan 10,415 jiwa/Km². Wilayah ini sering mengalami banjir akibat luapan sungai Banger maka diadakan pembangunan polder yang dilengkapi dengan perlengkapan pompa penyedot kapasitas besar guna mengalihkan genangan air dalam polder ke laut/sungai. Masalah yang akan timbul adalah besarnya timbulan sampah domestik yang cukup besar yaitu 236.016 m³/hari dengan tingkat pelayanan sampah sebesar 60,5 %. Untuk itu perlu perbaikan pengelolaan sampah yang berada di Tempat Penimbunan Sementara (TPS) harus segera dilakukan. Tujuannya agar timbunan sampah yang tidak terangkut ke Tempat Penimbunan Akhir (TPA) tidak mencemari/ mengotori aliran sungai akibat terbawa air banjir.

Berbagai cara sudah dilakukan di beberapa wilayah Kecamatan di

Kota Semarang dan yang sudah dilaksanakan di wilayah Kecamatan Semarang Timur adalah dengan metode 3R (*Reduce, Reuse dan recycle*). Kenyataannya timbunan masih cukup banyak hampir di semua tempat pembuangan akhir (TPS) kelurahan. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan alternatif sistem pengelolaan sampah dengan teknik optimasi pengelolaan sampah terhadap residu akhir buangan. Caranya dengan mengolah sampah sisa yang tidak terkelola di TPS digiling menjadi serbuk untuk memperkecil fisik sampah. Selanjutnya kandungan udara dalam partikel sampah tersebut dihilangkan dengan cara memadatkan partikel sampah agar pengurangan volumenya lebih optimal. Dengan cara ini sampah sisa tidak memerlukan tempat yang luas baik saat ditimbun di TPS maupun saat diangkut ke TPA.

Wilayah Kecamatan Semarang Timur mempunyai luas wilayah 7,70 Hektar terbagi menjadi 10 kelurahan dan 570 Rukun Tetangga (RT) / 77 Rukun Warga (RW). Jumlah Penduduk keseluruhan 83.759 jiwa di tahun 2012 terdiri dari 39.958 jiwa penduduk laki-laki dan 43.801 jiwa jenis kelamin perempuan. Sumber sampah dominan di Kecamatan Semarang Timur tahun 2010 berasal dari pemukiman yakni sebesar 40,25 %, diikuti pasar sebesar 26,83% dan pertokoan/ hotel/restoran sebesar 17,88% (BPS, 2011). Total volume sampah di Kecamatan Semarang Timur mencapai 236,35 m³/hari pada tahun 2012 (Hasil analisa). Cara 3R adalah langkah pemisahan antara jenis sampah organik

yang dapat diuraikan oleh mikro organisme (*biodegradable*) diolah menjadi kompos dengan sampah yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*non biodegradable*) untuk didaur ulang ataupun diolah menjadi barang bentuk lain yang memiliki nilai jual.

Pemanfaatan sampah (3R) sebelum dibuang ke TPA (ditargetkan 20 % pada Tahun 2010). Secara garis besar proses optimalisasi pengelolaan sampah domestik dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Tahapan Pewadahan

Sampah saat akan dimasukkan di wadah (bak sampah) harus sudah dalam keadaan dipilah antara sampah organik dan non organik

2. Tahap Pengumpulan

Sampah yang sudah terpilah diangkut dengan gerobag sampah ataupun becak sampah untuk diangkut ke masing-masing tujuan, sampah non organik biasanya ke pengepul (pedagang rosok) untuk dijual sedangkan sampah organik diangkut ke TPS

3. Tahapan Pengolahan di TPS

Sampah yang sudah diangkut dan ditimbun di TPS di olah lagi dengan dihancurkan terlebih dahulu dengan cara memisahkan antara sampah daun, ranting, rumput dan sejenisnya serta limbah kayu keras maupun bekas bongkaran material rumah/gedung termasuk sisa – sisa material yang tidak mudah digiling disendirikan untuk diolah lebih lanjut. Sampah daun, ranting dan rumput digiling kemudian dipadatkan dengan alat kompaktor atau diolah menjadi kompos agar bisa dijual.

4. Tahapan Pengangkutan ke TPA

Tahapan ini dilakukan terhadap sampah yang tidak bisa diolah saja jika mungkin tidak sampai ada sisa sampah pada tahapan ini.

5. Tahapan Pengolahan Sampah di TPA

Tahapan ini harus menjadi tugas dan tanggung jawab Dinas Kebersihan Kota Semarang secara penuh

Definisi tentang sampah secara umum menurut UU No.18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah yang ramah lingkungan dengan metode 3R (*Reuse, Reduce dan Recycle*) adalah upaya pengelolaan sampah rumah tangga, sejenis sampah rumah tangga dan sampah spesifik. Sampah rumah tangga (domestik) yang dimaksud adalah berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga tidak termasuk tinja (limbah cair) dan sampah spesifik (B3). Sedangkan sampah sejenis rumah tangga adalah sampah yang berasal dari kawasan komersial, industri, kawasan khusus, fasilitas sosial dan fasilitas umum. Pada umumnya yang mendominasi residu tak terangkut di TPS (Tempat Penimbunan Sementara) berasal dari jenis sampah domestik /rumah tangga, besaran di wilayah kajian kurang lebih 65 %, selebihnya adalah sampah yang berasal dari industri dan fasilitas umum. Menurut Bebasari (2011) sampah bisa berupa bahan yang sudah tidak diperlukan lagi yang harus dibuang pada tempat yang tepat. Dalam tulisan Triatmodjo (2012), berpendapat bahwa sampah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan (manusia) yang berwujud padat baik berupa zat organik maupun anorganik

yang bersifat dapat terurai maupun tidak terurai dan dianggap sudah tidak berguna lagi.

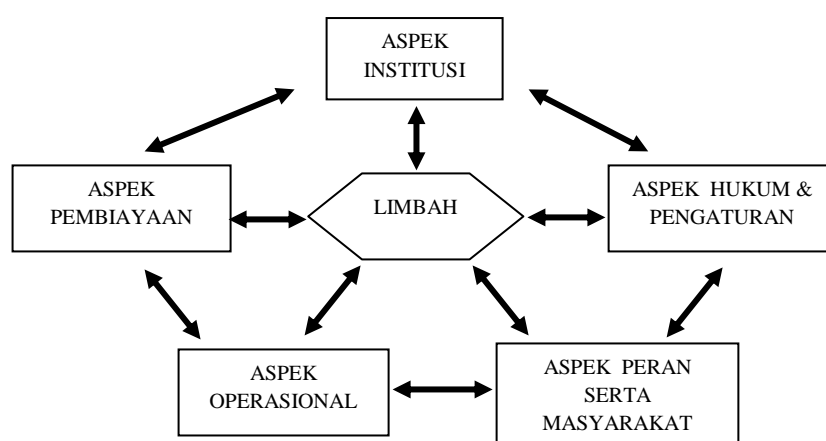
Sistim pengelolaan sampah domestik menurut Kodoatie, 2005, komponen-komponen dari sub sistim pengelolaan sampah domestik adalah sebagai berikut :

1. Sub sistim kelembagaan (institusi)
2. Sub sistim operasional (teknis)
3. Sub sistim pembiayaan (finansial)

4. Sub sistim hukum dan pengaturan (hukum)

5. Sub sistim peran serta masyarakat

Karena sistem pengelolaan limbah padat perkotaan harus utuh maka diperlukan tindakan yang terkoordinir dan tidak terputus mata rantainya , keterkaitan ke lima aspek system tersebut ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai berikut :



(Sumber : Kodoatie, 2005)

Gambar 1 Hubungan Komponen Sistem Pengelolaan

Menurut Kodoatie (2005) pada sisi teknis pengumpulan merupakan kegiatan awal dari urutan kegiatan pengelolaan sampah perkotaan, dengan memperhatikan beberapa faktor terkait mulai dengan sumber produsen sampah hingga ke tempat pembuangan akhir, faktor tersebut adalah :

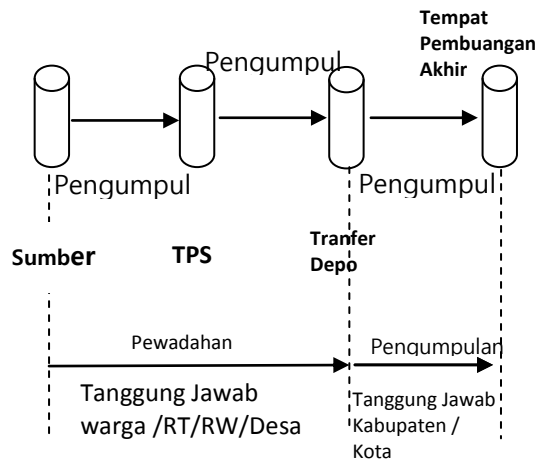
- a. Sumber sampah
- b. Waktu pengumpulan
- c. Pemilik Peralatan
- d. Petunjuk rute pengangkutan
- e. Perkiraan jumlah sampah
- f. Waktu pengangkutan

g. Kebutuhan tenaga kerja dan peralatan

h. Tempat Pembuangan Akhir

Desain tata kerja pengelolaan sampah yang baik perlu mengakomodasi pengaruh di lapangan untuk memperkecil hambatan yang akan terjadi nantinya, Gambar. 2 merupakan susunan pola kerja pengelolaan sampah yang dinamis.

Di dalam skema kerja gambar ini dijelaskan tanggung jawab dari masing – masing sub sistim yang terdapat pada tiap komponen.



(Sumber : Kodoatie, 2005)

Gambar. 2 Sistem Pengelolaan Limbah Padat Perkotaan (Sampah)

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.KEP-039/MENLH/8/1996 yang telah diperbaharui dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep : 3/MENLH/2000 tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang wajib dilengkapi dengan AMDAL adalah pembuangan dengan sistem *controlled landfill/sanitary landfill* dengan volume timbulan > 1000 m³/hari, lokasi TPA didaerah pasang surut dengan volume timbulan > 700 m³/hari atau pembangunan lokasi Transfer Depo /Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dengan kapasitas volume > 2000 m³/hari. Tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan yang tertuang dalam Permen PU 21/PRT/M/2006 disebutkan bahwa diperlukan suatu perubahan paradigma yang lebih mengedepankan proses pengelolaan

sampah yang ramah lingkungan dengan cara pengurangan dan pemanfaatan sampah (3R) sebelum dibuang ke TPA (ditargetkan 20 % pada Tahun 2010). Skema pengelolaan sampah domestik seperti disajikan dalam Gambar 3.



Gambar. 3 Skema Optimalisasi Pengelolaan sampah Domestik

Untuk pewadahan dibuatkan bin/tong sampah yang terbuat dari bahan ban bekas atau dari plastik

maupun pasangan batu bata kemudian wadah tersebut ditempatkan secara bergabung dalam satu tempat dengan cara memisahkan fungsi secara terpisah masing-masing sampah yang akan di buang yaitu : sampah organik dan sampah non organik seperti pada Gambar. 4 berikut :



Gambar. 4 Contoh Pewadahan Limbah Padat Domestik

Sistim daur ulang (*Recycle*) pengelolaan terdiri dari komponen

sampah yang dapat diolah / dimanfaatkan kembali sangat beragam terutama jenis sampah non organik , menurut Tchobanoglous et. al., 1993 dapat digolongkan menjadi beberapa macam sampah seperti pada Tabel.1 (*Factor Recovery Material*) sebagai berikut:

Tabel.1 Faktor recovery material sampah

No.	Komponen Sampah	Prosen Range	Typical
1	Kertas	40 – 50	
2	Karton	25 – 30	
3	Plastik	30 – 50	
4	Kaca (glass)	50 – 65	
5	Kaleng (<i>tin</i>)	70 – 80	
6	Logam	85 – 90	
7	Alumunium	15 – 20	
8	Kompos	5 – 10	10

Sumber : Tchobanoglous et. al., 1993

Densitas atau tingkat kepadatan komponen sampah (dipadatkan) seperti tercantum dalam Tabel. 2 berikut :

Tabel. 2 Tingkat kepadatan komponen sampah

No	Komponen Sampah	Densitas (kg /m ³)		Densitas (kg/m ³)
		Range	Typical	
1	Kertas tercampur (<i>mixed paper</i>)	70 - 220	150	89,71
2	Karton (<i>carboard</i>)	70 – 135	85	49,66
3	Plastik tercampur (<i>mixed Plastics</i>)	70 – 220	110	65,68
4	Kain (<i>textiles</i>)	70 - 170	110	65,68
5	Karet (<i>rubber</i>)	170 - 340	220	129,75
6	Kulit (<i>laeather</i>)	170 - 440	270	160,19
7	Kaca (glass)	220 - 540	400	195,43
8	Kaleng (<i>tin cans</i>)	85 – 270	150	89,71
9	Logam (<i>metals</i>)	220 – 1940	540	320,38
10	Alumunium (<i>Alumunium</i>)	110 – 405	270	160,19

	<i>cans</i>)			
11	Abu / Debu (<i>fly ash, etc</i>)	540 – 1685	810	480,57
12	Sampah Organik (<i>organics</i>)	220 – 810	410	288,34

Sumber : (Tchobanoglous et. al, 1993)

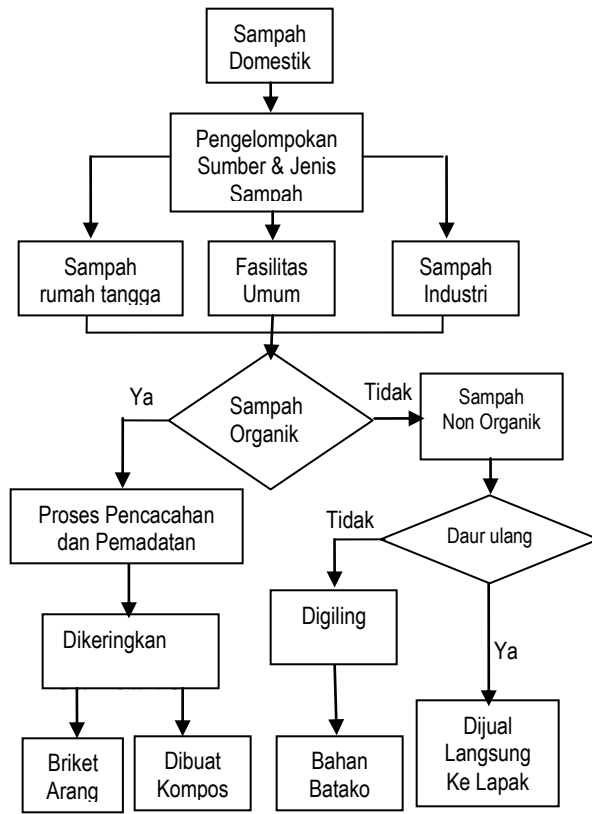
Tingkat pelayanan merupakan perbandingan antara jumlah sampah yang berhasil diangkut dibandingkan dengan produksi sampah. Produksi sampah Tahun 2010 di Kota Semarang adalah sebesar 4.500 m³/hari, dengan tingkat pelayanan sampah rerata di Kota Semarang sebesar 66 % dari total jumlah produksi sampah yang ada maka diperlukan kerja optimal terhadap teknik pengelolaan sampah residu. Berkaitan dengan hal tersebut khusus wilayah Kecamatan Semarang Timur dengan penduduk sebesar 80.433 jiwa pada tahun 2010 merupakan wilayah yang berpenduduk padat (10.914 jiwa/km²) merupakan sumber timbulan yang cukup besar pula (80.433 x 3,5/1000 m³/orang/hari = 281,52 m³/hari). Tingkat layanan di sini adalah sebesar 70 % dari jumlah total sampah yang ditimbun di TPS / *Transfer Depo*, dengan demikian masih terdapat sisa sampah yang tidak terangkut di lokasi tersebut yang perlu dikelola lebih intensif.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan metode diskriptif kuantitatif yaitu dengan mengolah data yang bersifat aktual (data primer) sebagai dasar pokok

pembahasan yang bersifat kuantitatif serta data sekunder sebagai pendukung dari studi literatur berupa hasil laporan, penulisan perseorangan / intansi dan buku standar atau peraturan – peraturan terkait dengan pengelolaan sampah. Berikutnya melakukan langkah percobaan pengolahan bagian dari metode 3R yang dioptimalkan di setiap lokasi Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Hasil dari percobaan pengolahan digunakan sebagai bahan sampel untuk dianalisa sebagai luaran penelitian untuk dipakai sebagai bahan dasar pengambilan langkah keputusan / kesimpulan akhir hasil penelitian.

Pengolahan data menggunakan *software Excell* dari *Windows 7* dengan metode regresi, yaitu pengambilan kesimpulan yang berdasarkan atas keterkaitan antara sebab dan akibat hubungan dari suatu percobaan yang telah dilakukan terhadap luaran yang diperoleh. Hasil yang ditunjukkan dari cara ini adalah nilai koefisien korelasi dari nilai rerata hasil percobaan pencacahan sampah dan pemadatan sampah dengan cara manual maupun menggunakan alat mesin. Bagan Alir pengolahan sampah domestik seperti pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Bagan Alir Proses Pengolahan Sampah Domestik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pertama dilakukan dengan jalan menimbang sampel sampah sebesar $0,0047 \text{ m}^3$ (volume bok uji) diambil dari satu m^3 berasal dari timbunan di TPS dipakai sebagai ukuran volume awal. Kemudian dilakukan pematatan sampel sampah campuran dengan alat pematat manual (batako) hasilnya diukur volumenya sebagai volume akhir (hasil) lalu dihitung selisih pengurangan volumenya. Dari hasil percobaan ini diperoleh pengurangan volume sampah campuran dengan pematatan cara manual adalah sebesar $0,003888 \text{ m}^3$ dari volume semula $0,0047 \text{ m}^3$, sampel sampah tersisa sebesar

$0,000812 \text{ m}^3$. Prosentase pengurangan volume dengan cara manual diperoleh hasil sebesar 17,3 %, koefisien penentu regresi $R^2=0,821$ dan nilai $R = 0,906$ atau sama dengan 97,9 % , artinya pengurangan volume akibat cara ini nilainya sangat kecil karena dipengaruhi oleh sampah masih tercampur serta tekanan saat pematatan kurang kuat/optimal.

Percobaan berikutnya dilakukan pemilahan sampel sampah, selanjutnya di padatkan dengan cara manual. Hasil dari cara ke dua diperoleh hasil pengurangan volume sebesar $0,0047 \text{ m}^3 - 0,003602 \text{ m}^3 = 0,00114 \text{ m}^3$. Koefisien penentu regresi $R^2= 0,774 \text{ m}^3$ dan nilai $R = 0,8798 =$

87,98 %, artinya pengaruh akibat pemilahan nilai pengurangan volume sampah dipadatkan bertambah menjadi lebih kecil dengan demikian langkah optimalisasi memerlukan pemilahan.

Langkah ke tiga adalah dengan cara mencacah sampel sampah, kemudian setelah menjadi serpihan kecil sampah dipadatkan menggunakan alat pemadat hidrolik (dongkrak dimodifikasi) dengan kapasitas tekan

sebesar 2 ton. Hasil yang diperoleh dengan cara ini adalah $R^2 = 0,902$ dan $R = 0,9497$ atau sama dengan 94,97 % pengaruh dari cara pencacahan sampah atau menggiling sampah dan pemadatan dengan alat pemadat hidrolik sangat mempengaruhi pengurangan volume sampah. Data percobaan dari uji regresi disajikan dalam Tabel. 3 dan Tabel 4 dan sebagai berikut :

Tabel.3 Hasil uji pencacahan dan pemadatan 1

Lokasi	Jumlah uji pencacahan & pemadatan				Volume
	1	2	3	4	Rerata
Volume hasil pemadatan (m ³)					(m ³)
Kemijen	0,004	0,004	0,004	0,0044	0,0044
Bugangan	0,004	0,004	0,003	0,0038	0,0040
Rejosari	0,004	0,004	0,003	0,0037	0,0039
Sarirejo	0,004	0,004	0,003	0,0035	0,0039
Rejomulyo	0,004	0,004	0,003	0,0035	0,0038
Krg.Tempel	0,004	0,003	0,003	0,0035	0,0037
Krg.Turi	0,004	0,003	0,003	0,0035	0,0037
Kbn.Agung	0,003	0,003	0,003	0,0036	0,0037
Mlatiharjo	0,003	0,003	0,003	0,0035	0,0036
Mlatibaru	0,003	0,0036	0,0031	0,0036	0,0036

Sumber : Hasil percobaan

Tabel.4 Hasil uji pencacahan dan pemadatan 3

Lokasi	Jumlah uji pencacahan & pemadatan				Volume
	1	2	3	4	Rata-3
Volume hasil pemadatan (m ³)					(m ³)
Kemijen	0,0009	0,0011	0,0013	0,0016	0,0012
Bugangan	0,0008	0,0010	0,0013	0,0014	0,0011
Rejosari	0,0008	0,0010	0,0013	0,0014	0,0011
Sarirejo	0,0008	0,0010	0,0013	0,0013	0,0011
Rejomulyo	0,0007	0,0009	0,0011	0,0012	0,0010
Krg.Tempel	0,0007	0,0009	0,0011	0,0012	0,0010
Krg.Turi	0,0007	0,0009	0,0011	0,0012	0,0010
Kbn. Agung	0,0007	0,0009	0,0010	0,0012	0,0010
Mlatiharjo	0,0007	0,0008	0,0010	0,0012	0,0009
Mlatibaru	0,0007	0,0008	0,0009	0,0012	0,0009

Sumber : Hasil percobaan

KESIMPULAN

Dari beberapa uraian hasil percobaan tersebut di atas dapat diambil simpulan bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat dalam proses optimalisasi pengelolaan sampah di wilayah penelitian dengan melakukan langkah pemilahan, penggilangan/pencacahan dan pemadatan sampel sampah residu menggunakan alat pemadat hidrolik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan yang pertama kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas beasiswa yang diberikan pada penulis saat melakukan proses penelitian di wilayah ini. Berikutnya penulis sampaikan terimakasih kepada Kepala Kelurahan di Wilayah Semarang Timur dan pihak LSM SIMA yang telah membantu dalam perolehan data khususnya berupa *monografi*. Selanjutnya kepada Kepala Kecamatan c.q Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Semarang melalui Bapak Roni selaku penanggung jawab pengelolaan sampah di wilayah Kecamatan Semarang Timur. Penduduk Kemijen yang diwakili oleh ibu Umi Karsan dan Mas Katno serta bapak Puji Sarwo atas bantuan peminjaman alat pencacah dan tempat uji pemadatan. Kepada Bapak Prof.Dr.Ir.Suripin, M.Eng selaku promotor dan Bapak Dr.Ir.Suseno Darsono, M.Sc selaku co promotor penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum, 2005, 2011, Sub Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota, Semarang.
- Balai Pusat Pencatatan Statistik, 2005, 2011, Semarang Dalam Angka dan Profil Kota Semarang.
- UU N0.18 Tahun 2008, Tentang Pengelolaan Sampah, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Bebassari, 2011, Artikel Majalah Bulanan “Dokter Kita”, Gramedia Group, Jakarta.
- Ismiyati, 2008, Statistik dan Aplikasi, Modul Ajar, Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2006, a) Tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengolahan Persampahan, Jakarta.
- Kodoati, Robert J, 2005, Pengantar Manajemen Infrastruktur, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- SNI 19 – 2454 -2004, Tentang Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Tchobanoglous., Theisen G., Eliasen H, 1997. Solid Waste. Mc Graw Hill. Kogakusha Ltd.