

## OPTIMASI PENGUMPULAN DAN PENGANGKUTAN SAMPAH KOTA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL POWERSIM

M. Arief Budihardjo, Badrus Zaman \*)

### *Abstract*

*Gathering and transportation of garbage represent problems in Town Semarang with 1.431.105 population. Needed an effort of effective garbage management breakthrough in order to improving efficiency and optimalisation gathering and transportation of garbage by using Powersim dynamic model. Powersim is windows base software to create the model of dynamic system with a simulator desain. Simulation of gathering and transportation garbage model in Town Semarang of early compilation concept. Compilation concept conducted by determining element which playing a part in gathering and transportation process of garbage which interact and have depending. Concept formed to be formulated by as model which is the in form of the breakdown of, picture or formula. Here in after simulation conducted with the model which have been made by including data to know behavior process of the garbage gathering and transportation. Data input for the gathering to cover the garbage volume, appliance transport the garbage and to the transportation of its data input cover the garbage volume in place Dismissal of Whereas and appliance garbage transport. Result of research shown existing condition of garbage gathering and transportation in Town Semarang not yet optimal, seen by garbage amount which not yet been transported by during gathering process. After optimisation proven by that any garbage transported at process of gathering and transportation and also do not rest of garbage which piled up. For repair of gathering and transportation recommended by gathering process (1) used a garbage pedicab amount to 1300 with 0,82 m<sup>2</sup> capacity, 2 times rotation and operate everyday and (2) 15 dump truck, with 6 m<sup>3</sup> capacity, 1 times rotation and operate everyday. Its transportation repair used by arm roll truck as much 60 by 6 times rotation and have 6 m<sup>3</sup> capacities operating everyday*

*Key Words : Garbage, Gathering and Transportation, Powersim*

### **Pendahuluan**

Dalam beberapa tahun belakangan ini, Indonesia beberapa kali dilanda permasalahan akan sampah. Kasus penutupan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Bantar Gebang di Jakarta pada tahun 2000, perusakan TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu) Bojong di Jakarta pada November 2004, serta longsor sampah di LPA Leuwi Gajah di Bandung pada 21 Februari 2005, telah menjadi suatu pertanda mengenai masih buruknya penanganan sampah di Indonesia saat ini.

Permasalahan dalam pengumpulan dan pengangkutan sampah juga salah satu permasalahan di Kota Semarang yang termasuk Kota Metropolitan dengan jumlah penduduk sebesar 1.431.105 jiwa. Aktivitas pembangunan kota, penambahan jumlah penduduk, tingkat aktivitas dan tingkat sosial ekonomi masyarakat akan diiringi meningkatnya jumlah timbulan sampah dari hari ke hari akan menambah permasalahan sampah semakin kompleks.

Sistem pengelolaan persampahan meliputi pengumpulan dan pengangkutan di Kota Semarang pada pelaksanaannya masih belum optimal. Hal ini dapat diketahui dari

banyaknya jumlah wadah sampah yang tidak memadai, belum maksimalnya pemakaian alat yang digunakan dalam pengumpulan dan pengangkutan, misalnya masih ada truk sampah yang tidak memakai jaring sehingga menyebabkan sampah berceceran di jalan, masih ada daerah yang belum terlayani sehingga di beberapa tempat dapat dijumpai sampah bertebaran dimana-mana. Perbaikan sistem pengelolaan persampahan di Kota Semarang mutlak diperlukan, hal ini mengingat masih adanya sampah yang tidak terangkut ke TPA dan mencegah terjadinya pembuangan sampah pada tempat yang tidak semestinya.

Powersim adalah paket software berdasarkan windows yang mampu menciptakan model dinamik sistem dan simulasi bisnis rancangan yang terpakai. (Anonim, 2006). Cara kerja dari powersim adalah dengan mengelola metode sistem dinamik untuk modal sistem dan merupakan simulasi tingkah laku., dapat dimulai dengan mencipta masalah yang kita hadapi atau organisasi kemudian menambahkan formula matematis pada masing-masing elemen dalam model tersebut. (Anonim, 2006). Model dinamik pengangkutan sampah ini merupakan salah satu bentuk dari analisa sistem. Hasil analisis sistem ini merupakan acuan yang penting bagi kegiatan ilmiah selanjutnya sedangkan hasil yang kurang memenuhi

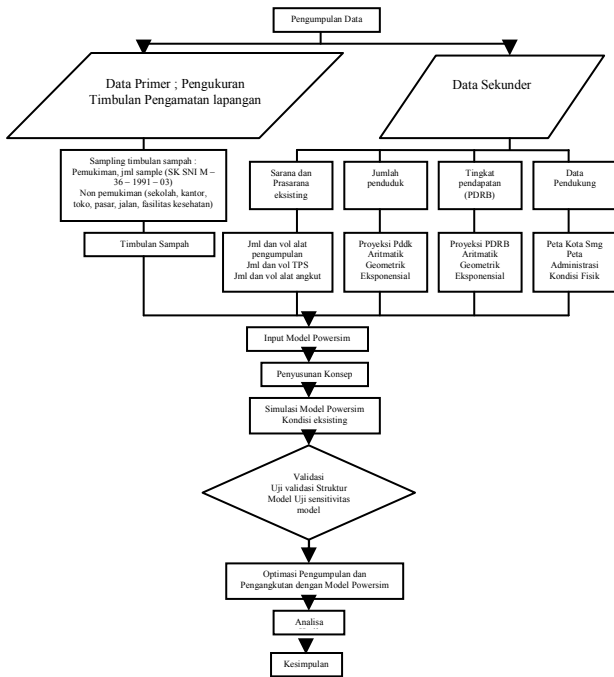
---

\*) Staf Pengajar Jurusan T.Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

syarat perlu dihindari untuk pengembangan ilmu di masa depan.

### Metodologi

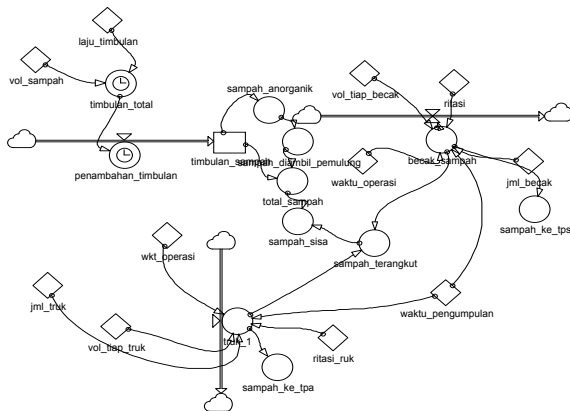
Metode penelitian yang dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Metodologi

### Hasil dan Pembahasan

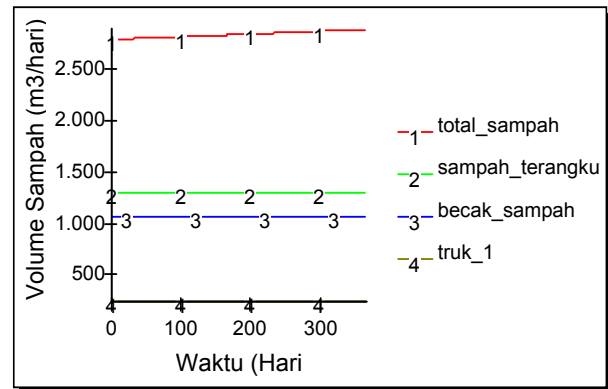
Diagram alir model pengumpulan sampah di Kota Semarang berdasarkan kondisi eksisting adalah sebagai berikut :



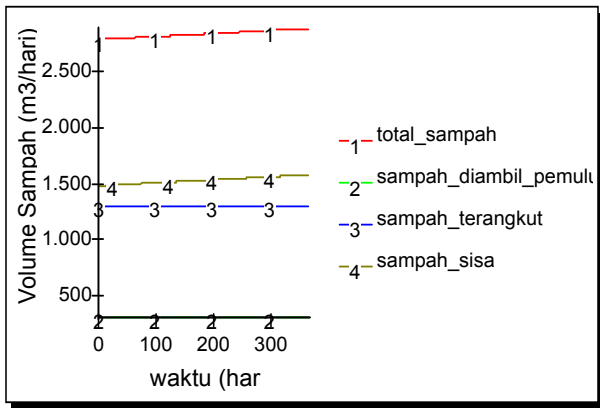
Gambar 2. Diagram Alir Pengumpulan Sampah Kota Semarang Kondisi Eksisting (Sumber: Hasil Simulasi, 2006)

Model pengumpulan sampah ini sesuai dengan konsep model baku pemindahan beban dimana menurut Muhammadiyah, dkk (2001) pemindahan beban adalah suatu tindakan pemecahan gejala masalah secara cepat yang akan menimbulkan efek samping. Dalam konsep pemindahan beban menurut Muhammadiyah, dkk (2001) tindakan pemecahan masalah dilakukan hanya dengan satu tindakan saja, tetapi untuk model pengumpulan sampah ini dilakukan dua tindakan bersamaan.

Dua tindakan yang dilakukan secara bersamaan tersebut adalah pemakaian dump truk dan becak sampah untuk mengumpulkan sampah secara bersamaan akan tetapi sesuai dengan kondisi kelakuan sistem yang sesungguhnya maka waktu penundaan tetap terjadi dan karena tindakan yang lebih efektif untuk menyelesaikan gejala masalah akan membutuhkan waktu. Adanya penundaan waktu inilah yang mengakibatkan penyelesaian suatu gejala masalah tidak dapat dilakukan dengan cepat. Model pengumpulan sampah kondisi eksisting ini menggunakan sarana pengumpulan becak sampah dan dump truk dimana kapasitas dari dump truk adalah 6 m<sup>3</sup> dan berjumlah 20 dan becak sampah dengan kapasitas 0,82 m<sup>3</sup> berjumlah 1305 buah.



Gambar 3 Grafik Hubungan Antara Total Sampah dan sampah Terangkut Terhadap Waktu Pengumpulan Eksisting



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Sampah Total, Sampah Diambil Pemulung, Sampah Terangkut dan Sisa Sampah Terhadap Waktu Pengumpulan Ekasisting

Grafik (3) di atas menunjukkan hubungan antara volume becak sampah, volume truk sampah dengan volume timbulan sampah, jelas terlihat bahwa dari seluruh becak sampah yang ada dan beroperasi setiap hari ternyata tidak mampu mengumpulkan seluruh jumlah timbulan sampah. Volume timbulan sampah terlihat terus meningkat seiring bertambahnya waktu hal tersebut sesuai dengan Darmasetiawan (2004) yang menyatakan bahwa volume sampah yang dihasilkan sejalan dengan jumlah penduduk suatu daerah, makin banyak jumlah penduduk maka makin banyak pula volume sampah yang dihasilkan. Demikian pula untuk tingkat kepadatannya, semakin padat penduduk suatu daerah maka makin banyak timbulan sampahnya karena tidak ada tempat atau ruang yang dapat menyerap sampah sedangkan kapasitas angkut dari becak sampah adalah tetap.

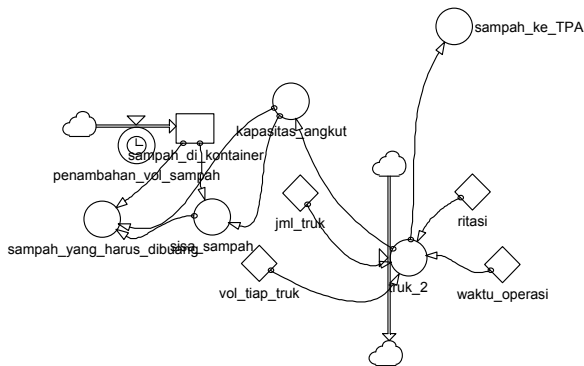
Pada gambar (4) di atas juga terlihat bahwa sampah yang terangkut pada proses pengumpulan masih jauh di bawah keseluruhan sampah yang ada. Hal ini berarti pada kondisi eksisting pengumpulan sampah Kota Semarang masih terdapat penimbunan sampah yang diakibatkan tidak terangkutnya sebagian volume sampah oleh sarana pengumpulan. Berdasarkan data dari Dinas Kebersihan, komposisi sampah di Kota Semarang sebagian besar adalah sampah basah yaitu sebesar 61,95 %. Sampah basah merupakan sampah yang cepat membusuk dan semakin tinggi persentase sampah basah (organik), periode pelayanannya maksimal 1 (satu) hari (SK SNI T-13-1990-F,1990). Oleh karena itu sampah seharusnya dapat terangkut semuanya ke TPA agar tidak menimbulkan masalah pada kesehatan masyarakat serta masalah estetika (berkenaan dengan bau).

Volume timbulan sampah yang dapat diangkut oleh becak sampah adalah 1070,1 m<sup>3</sup>/hari dan yang dapat diangkut oleh truk adalah 240 m<sup>3</sup>/hari sehingga volume sampah yang dapat terangkut sebesar 1310,1 m<sup>3</sup>/hari. Volume timbulan sampah yang belum terangkut pada sistem pengumpulan adalah sebesar 997,92 m<sup>3</sup>/hari dan volume sampah yang belum terangkut ini akan terus bertambah seiring dengan pertambahan penduduk dan aktivitas kota sedangkan kapasitas angkut sarana dan prasarana pengumpulan adalah tetap, kondisi inilah yang akan menyebabkan bertambah besarnya volume penimbunan sampah. Sampah yang tidak terangkut tersebut tentunya akan menimbulkan masalah baik itu masalah kesehatan maupun masalah pencemaran lingkungan. Becak sampah beritansi satu kali dalam sehari sehingga menyebabkan terjadinya penundaan pengambilan sampah dan hal tersebut sesuai dengan Muhammadiyah, dkk (2001) yang menyatakan adanya penundaan tersebut akan menyebabkan volume sampah tidak dapat cepat terangkut yang secara bertahap dan perlahan volume sampah yang tertunda pengangkutannya akan mengalami kestabilan.

Pola pengumpulan sampah yang diterapkan pada kondisi eksisting adalah pola individual tak langsung. Hal ini sesuai dengan Darmasetiawan (2004) yang menyatakan bahwa pola individual tak langsung merupakan pola pengumpulan dimana pengumpulan dilakukan oleh petugas kebersihan yang mendatangi tiap – tiap bangunan sumber sampah (door to door) dan diangkut ke tempat pembuangan sementara atau transfer depo (stasiun pemindahan) sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir. Kegiatan pengumpulan dilakukan dengan menggunakan becak sampah yang disesuaikan dengan Peraturan Dinas Pekerjaan Umum (1994) dimana kegiatan pengumpulan dapat dilaksanakan menggunakan gerobak sampah atau becak sampah.

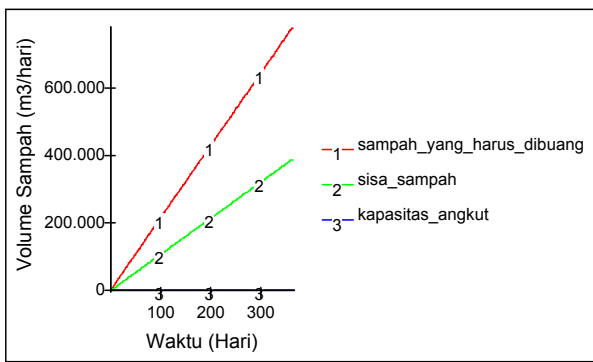
#### Model Pengangkutan

Pengangkutan sampah di Kota Semarang dilakukan oleh arm roll truk berjumlah 62 buah dengan kapasitas tiap arm roll adalah sama dengan volume kontainer yaitu sebesar 6 m<sup>3</sup>. Arm roll truk beritansi 2 kali sehari untuk mengangkut sampah dari transfer depo yang volume sampahnya terlebih dahulu dikumpulkan oleh becak sampah. Volume sampah yang berada di transfer depo diasumsikan sama dengan volume becak sampah yaitu 1070,1 m<sup>3</sup>. Diagram alir permodelan pengangkutan sampah Kota Semarang adalah sebagai berikut :



Gambar 5 Diagram Alir Model Pengangkutan Sampah Kota Semarang Kondisi Eksisting  
(Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Model pengangkutan sampah ini konsepnya sama dengan model pengumpulan sampah yaitu merupakan konsep pemindahan beban dimana hal ini sesuai dengan Muhammadiyah, dkk (2001) yang menyatakan bahwa pemindahan beban adalah tindakan pemecahan gejala masalah secara cepat yang tanpa disadari akan menimbulkan efek samping. Pada model pengangkutan sampah ini tindakan pemecahan masalah hanya dilakukan dengan arm roll truk. Sesuai dengan kondisi eksisting pengelolaan persampahan Kota Semarang pengangkutan menggunakan arm roll truk dengan jumlah armada adalah sebanyak 62 buah dengan kapasitas tiap arm roll adalah  $6 \text{ m}^3$ . Arm roll truk beritansi 2 kali per hari untuk mengangkut sampah dari transfer depo. Sampah yang berada di transfer depo diasumsikan sama dengan volume angkut dari becak sampah.



Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Volume Sampah di Kontainer, Sampah Terangkut, Sisa Sampah dan Sampah ke TPA Terhadap Waktu  
(Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Grafik di atas menyatakan hubungan antara sampah yang harus dibuang, sisa sampah dan kapasitas angkut terhadap waktu. Dalam grafik tersebut terlihat bahwa seiring bertambahnya waktu, volume sampah di kontainer akan mengalami kenaikan karena tidak terangkut oleh arm roll truk. Berdasarkan SK SNI T – 13 – 1990 – F bahwa semakin tinggi persentase sampah organik, periodisasi pelayanan maksimal sehari. Pada kondisi eksisting pengangkutan sampah menunjukkan bahwa volume sampah yang dapat diangkut oleh arm roll truk berada di bawah volume timbulan sampah yang harus dibuang, padahal seharusnya sampah yang tidak terangkut oleh arm roll dapat segera diangkut ke tempat pembuangan akhir (TPA) mengingat mayoritas sampah yang ada berupa sampah organik yang cepat mengalami pembusukan.

Volume sampah yang masuk kontainer dianggap sama dengan volume angkut becak sampah yaitu  $1070,10 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Sampah yang terangkut  $744 \text{ m}^3/\text{hari}$ , jadi ada sisa sampah sebesar  $326,10 \text{ m}^3$  dan akan terakumulasi menjadi sampah pada hari ke 365 sebesar  $363,55 \text{ m}^3$ . Oleh karena itu perlu perbaikan sistem pengumpulan dan pengangkutan sehingga tidak terjadi lagi penimbunan sampah. Perbaikan sistem pengangkutan dapat dilakukan dengan jalan mengoptimalkan penggunaan arm roll truk sebagai sarana pengangkutan.

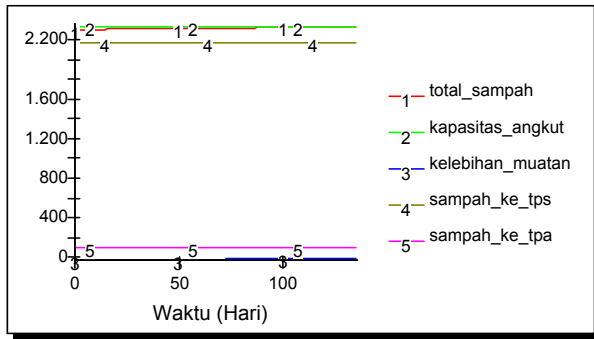
Hasil simulasi model pengangkutan sampah menunjukkan bahwa peningkatan volume timbulan sampah di transfer depo sangat tinggi, hal ini dapat terjadi karena volume sampah yang tidak terangkut akan terus terakumulasi. Volume sampah yang masuk ke transfer depo adalah tetap setiap hari yaitu sebesar  $1070,1 \text{ m}^3$  sedangkan kapasitas angkut arm roll adalah tetap sebesar  $744 \text{ m}^3$  sehingga perbaikan sistem dalam pengangkutan harus segera dilakukan

### Uji Validasi

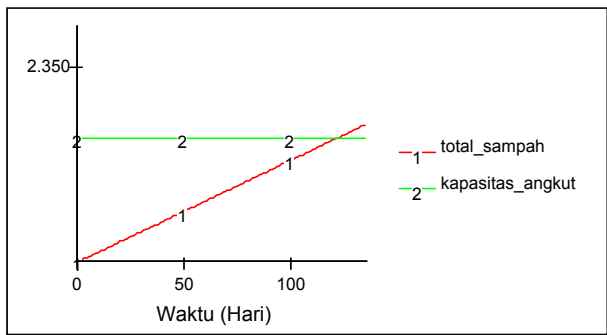
Model pengangkutan sampah di Kota Semarang perlu diadakan uji validasi untuk mengetahui seberapa jauh model dapat menirukan fakta yaitu dengan menyederhanakan fakta sehingga mudah dipahami dengan cepat. Uji validasi yang dilakukan adalah uji struktur model dan uji sensitivitas model. Perbaikan Pengumpulan dan Pengangkutan

### Pengumpulan Alternatif I

Becak sampah yang digunakan untuk mengumpulkan sampah adalah sebanyak 50 buah dengan ritasi 3 kali dan 1250 buah dengan ritasi 2 kali per hari dan kapasitas angkut per sarananya adalah sebesar  $0,82 \text{ m}^3$ . Untuk pemakaian dump truk digunakan dump truk berjumlah 9 buah dengan ritasi 1 kali dan 9 buah dump truk dengan ritasi 2 kali dan kapasitas angkut per sarananya adalah  $6 \text{ m}^3$ .



Gambar 7 Grafik Hubungan Volume Timbulan Sampah Total, Sampah Terangkut, Sampah Sisa, Sampah ke TPS dan Sampah ke TPA Terhadap Waktu (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

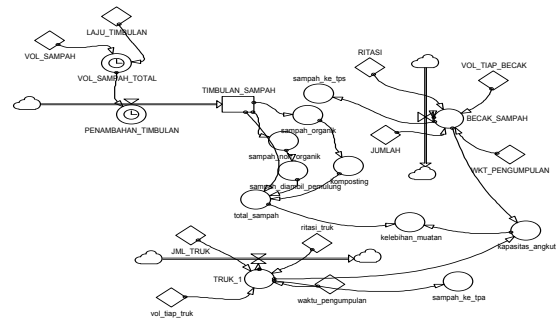


Gambar 8 Grafik Hubungan Volume Total Timbulan Sampah dan Sampah Terangkut Terhadap Waktu (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Dalam grafik (7) dan (8) di atas terlihat bahwa volume timbulan sampah terlihat terus meningkat seiring bertambahnya waktu hal tersebut sesuai dengan Darmasetiawan (2004) yang menyatakan bahwa volume sampah yang dihasilkan sejalan dengan jumlah penduduk suatu daerah, makin banyak jumlah penduduk maka makin banyak pula volume sampah yang dihasilkan. Demikian pula untuk tingkat kepadatannya, semakin padat penduduk suatu daerah maka makin banyak timbulan sampahnya karena tidak ada tempat atau ruang yang dapat menyerap sampah sedangkan kapasitas angkut dari becak sampah adalah tetap.

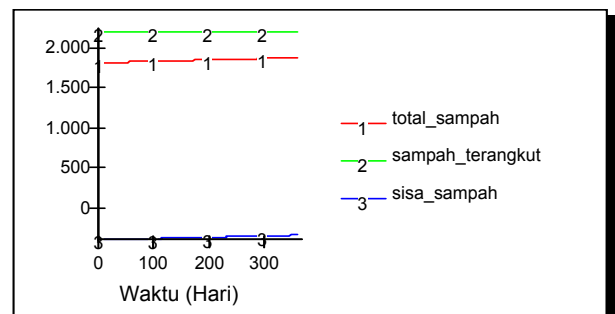
Dalam gambar di atas terlihat bahwa kapasitas angkut sarana pengumpulan pada hari akhirnya tidak dapat lagi mengangkut seluruh timbulan sampah yang ada. Berikut adalah tabel waktu untuk mengetahui pada hari ke berapa kapasitas angkut sarana pengumpulan sudah tidak dapat mengangkut seluruh timbulan sampahnya yang ada.

## Perbaikan Pengumpulan

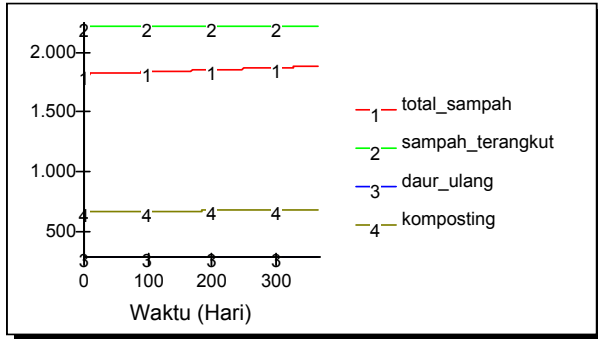


Gambar 9 Diagram Alir Alternatif I Model Pengumpulan Sampah (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Di dalam model pengumpulan sampah ini intervensi yang dilakukan pada struktur model dan input model. Intervensi yang dilakukan pada struktur model dapat dilihat dalam gambar 9 di atas. Untuk input modelnya digunakan sarana pengumpulan becak sampah 1300 buah dengan ritasi 2 kali sehari dan dump truk sebanyak 18 buah dengan kapasitas 6 m<sup>3</sup> dan beritasi 3 kali sehari. Pada alternatif kedua ini dilakukan komposting sehingga volume sampah dapat diminimalkan. Sampah yang dibuat kompos adalah sampah sayuran dan buah sebanyak 28,69 % dari total sampah organik.



Gambar 10 Grafik Hubungan Antara Volume Sampah Total dan Sampah Terangkut (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

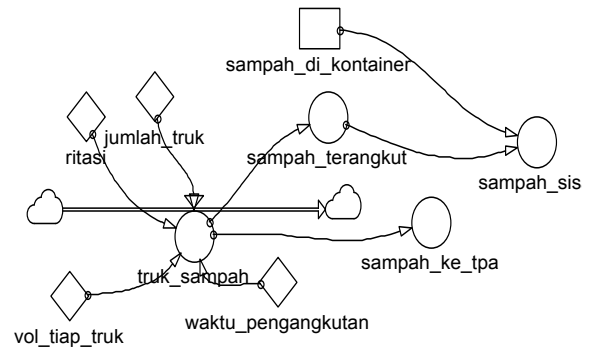


Gambar 11 Grafik Hubungan Antara Sampah Total, Sampah Terangkut, Sampah Didaur Ulang dan Sampah Komposting (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Dalam grafik (10) dan (11) di atas terlihat bahwa volume timbulan sampah terlihat terus meningkat seiring bertambahnya waktu hal tersebut sesuai dengan Darmasetiawan (2004) yang menyatakan bahwa volume sampah yang dihasilkan sejalan dengan jumlah penduduk suatu daerah, makin banyak jumlah penduduk maka makin banyak pula volume sampah yang dihasilkan. Demikian pula untuk tingkat kepadatannya, semakin padat penduduk suatu daerah maka makin banyak timbulan sampahnya karena tidak ada tempat atau ruang yang dapat menyerap sampah sedangkan kapasitas angkut dari becak sampah adalah tetap. Grafik di atas menunjukkan bahwa volume timbulan sampah akan terus naik seiring bertambahnya waktu, akan tetapi kapasitas angkut sarana pengumpulan masih dapat mengangkut seluruh timbulan yang ada sehingga tidak Optimalisasi yang dilakukan adalah dengan mengoperasikan 1300 buah becak sampah dan beritansi 2 kali setiap hari. Dengan adanya perbaikan dari sistem pengumpulan ini volume timbulan sampah yang dapat terangkut juga akan mengalami kenaikan.

#### Perbaikan Pengangkutan Alternatif I

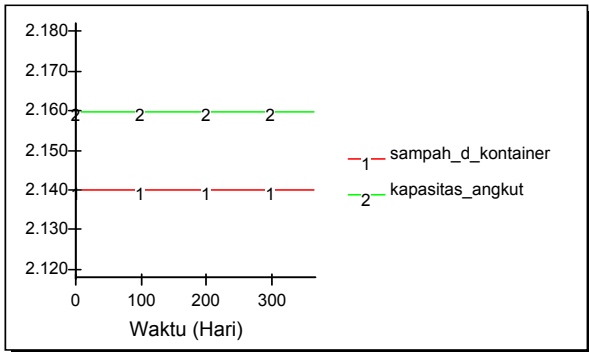
Pengangkutan menggunakan arm roll truk kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebanyak 62 buah dengan ritasi 6 kali dan beroperasi setiap hari untuk mengangkut sampah dari transfer depo.



Gambar 12 Diagram Alir Pengangkutan Sampah Alternatif I (Sumber : Hasil Simulasi)

Model pengangkutan sampah ini konsepnya sama dengan model pengumpulan sampah yaitu merupakan konsep pemindahan beban dimana hal ini sesuai dengan Muhammadiyah, dkk (2001) yang menyatakan bahwa pemindahan beban adalah tindakan pemecahan gejala masalah secara cepat yang tanpa disadari akan menimbulkan efek samping. Pada model pengangkutan sampah ini tindakan pemecahan masalah hanya dilakukan dengan arm roll truk.

Dalam alternatif I pengangkutan sampah ini digunakan arm roll truk berjumlah 62 buah dengan kapasitas 6 m<sup>3</sup> yang akan beritansi 6 kali per hari untuk mengangkut sampah dari transfer depo. Sampah yang masuk ke stasiun pemindah atau transfer depo diasumsikan adalah kapasitas angkut dari becak sampah, sehingga dari hari ke hari volume sampah yang masuk ke transfer depo adalah konstan. Transfer depo yang terdapat di Kota Semarang adalah transfer depo tipe III, hal ini sesuai dengan Bramono (2006) yang menyatakan bahwa transfer depo tipe III merupakan pertemuan antara gerobak dan kontainer 6 m<sup>3</sup> dan dipakai sebagai penempatan kontainer komunal yang berukuran 6 – 10 m<sup>3</sup>. Transfer depo atau kontainer yang ada di Semarang adalah kontainer yang berukuran 6 m<sup>3</sup>.

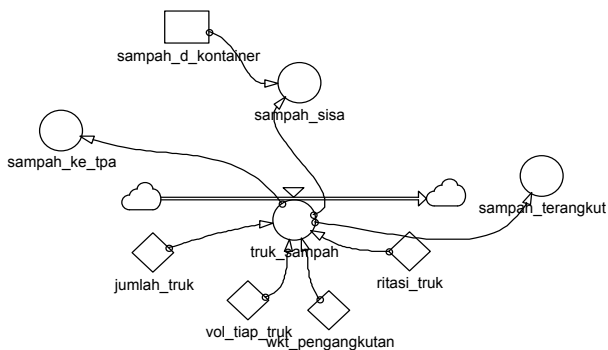


Gambar 13 Grafik Hubungan Antara Volume Sampah Masuk Kontainer dan Sampah Terangkut Terhadap Waktu (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Dalam grafik (13) di atas terlihat bahwa volume sampah yang masuk ke kontainer, kapasitas angkut dan sampah ke tempat pembuangan akhir (TPA) besarnya tetap atau konstan. Besar yang konstan ini disebabkan oleh sampah yang berada atau masuk ke kontainer adalah besar kapasitas angkut dari becak sampah, dimana becak sampah yang beroperasi pada pengumpulan adalah 1300 buah dengan kapasitas tiap becak adalah  $0,82 \text{ m}^3$ , beritansi 2 kali per hari sehingga apabila dikalikan besarnya adalah  $2132 \text{ m}^3$ .

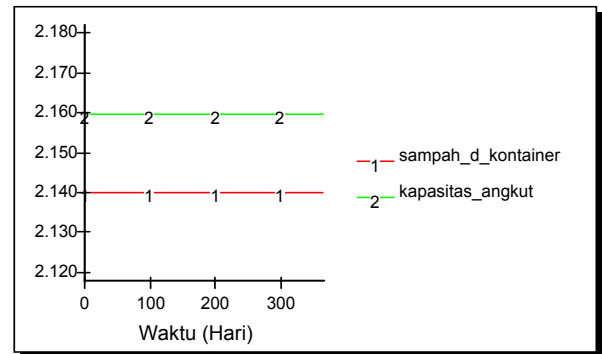
### Perbaikan Pengangkutan Alternatif II

Dalam alternatif II pengangkutan sampah ini struktur model yang digunakan sama dengan pengangkutan sampah alternatif I. Dalam alternatif II pengangkutan ini digunakan arm roll truk kapasitas  $6 \text{ m}^3$  sebanyak 60 buah dengan ritansi 6 kali dan beroperasi setiap hari untuk mengangkut sampah dari transfer depo. Adapun volume sampah di transfer depo diasumsikan adalah kapasitas angkut dari becak sampah yaitu sebesar  $2132 \text{ m}^3$ . Berikut ini adalah diagram alir pengangkutan sampah alternatif II terjadi penimbunan sampah



Gambar 14 Diagram Alir Pengangkutan Sampah Alternatif II (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Model pengangkutan sampah ini konsepnya sama dengan model pengumpulan sampah yaitu merupakan konsep pemindahan beban dimana hal ini sesuai dengan Muhammadiyah, dkk (2001) yang menyatakan bahwa pemindahan beban adalah tindakan pemecahan gejala masalah secara cepat yang tanpa disadari akan menimbulkan efek samping. Pada model pengangkutan sampah ini tindakan pemecahan masalah hanya dilakukan dengan arm roll truk. Dalam alternatif II pengangkutan sampah ini digunakan arm roll truk berjumlah 60 buah dengan kapasitas  $6 \text{ m}^3$  yang akan beritansi 6 kali per hari untuk mengangkut sampah dari transfer depo. Sampah yang masuk ke stasiun pemindah atau transfer depo diasumsikan adalah kapasitas angkut dari becak sampah, sehingga dari hari ke hari volume sampah yang masuk ke transfer depo adalah konstan. Transfer depo yang terdapat di Kota Semarang adalah transfer depo tipe III, hal ini sesuai dengan Bramono (2006) yang menyatakan bahwa transfer depo tipe III merupakan pertemuan antara gerobak dan kontainer  $6 \text{ m}^3$  dan dipakai sebagai penempatan kontainer komunal yang berukuran  $6 - 10 \text{ m}^3$ . Transfer depo atau kontainer yang ada di Semarang adalah kontainer yang berukuran  $6 \text{ m}^3$ .



Gambar 15 Grafik Hubungan Antara Sampah di Kontainer dan Kapasitas Angkut Truk Sampah Terhadap Waktu (Sumber : Hasil Simulasi, 2006)

Dari grafik 15 di atas tampak bahwa sampah yang ada di kontainer akan tetap seiring bertambahnya waktu, namun masih dapat terangkut oleh sarana pengangkutan yang ada. Setelah dilakukan kombinasi pada pengangkutan maka seluruh sampah dapat terangkut dan tidak ada sisa sampah. Dengan adanya perbaikan dari sistem pengangkutan ini, maka volume timbunan sampah yang dapat terangkut menuju TPA juga mengalami kenaikan.

## Biaya Operasional

### 1. Pengumpulan

Kondisi Eksisting = Rp. 23.592.886,2 +  
Rp. 3.266.357,6  
= Rp. 26.859.243,8/hari  
Alternatif I = Rp. 55.809.000+  
Rp. 4.433.086,944  
= Rp. 60.242.086,94/hari  
Alternatif II = Rp. 45.306.270,1 +  
Rp. 4.433.086,944  
= Rp. 49.739.357,04/hari

### 2. Pengangkutan

#### 1. Kondisi eksisting

Mengoperasikan 62 buah arm roll dengan ritasi 2 kali sehari dengan 2,5 jam kerja setiap hari.

Biaya operasional = Rp. 42.137,31/jam ×  
62 × 2,5 jam  
= Rp. 6.531.283,05 /hari

Perbaikan pengangkutan

#### 2. Alternatif I

Mengoperasikan 62 buah arm roll dengan ritasi 6 kali sehari selama 7jam kerja.

Biaya operasional = Rp. 34.247,686 /jam ×  
62 × 7 jam  
=Rp. 14.863.495,72 / hari

#### 3. Alternatif II

Mengoperasikan 60 buah arm roll dengan ritasi 6 kali sehari selama 7 jam kerja.

Biaya operasional = Rp. 34.247,686 /jam ×  
60 × 7 jam  
=Rp 14.384.028,12/ hari

Dari analisa biaya yang telah dilakukan ternyata kondisi eksisting membutuhkan biaya operasional yang paling kecil tetapi kondisi ini tidak dapat mengangkut volume timbulan sampah yang ada. Alternatif kedua membutuhkan biaya operasional yang lebih kecil daripada alternatif pertama jadi dilihat dari segi finansial alternatif yang terpilih adalah alternatif kedua. Selanjutnya dengan dipilihnya alternatif kedua, berarti ada sisa armada dua buah yang dapat dipakai sebagai cadangan.

## Kesimpulan

1. Volume Timbulan Sampah Kota Semarang 3,25 l/o/h.
2. Jangkauan pelayanan kebersihan mencapai 118 Kelurahan dari 177 Kelurahan atau 66,67 %
3. Berdasarkan simulasi menggunakan Powersim diketahui bahwa kondisi eksisting pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kota Semarang belum optimal hal ini dapat diketahui dari banyaknya sampah yang belum terangkut pada proses pengumpulan.

4. Optimasi dalam pengumpulan dan pengangkutan sampah dilakukan dengan jalan menaikkan ritasi sarana pengumpulan dan pengangkutan sampah dan mengefektifkan pemakaian sarana pengumpulan dan pengangkutan sehingga semua sampah dapat terangkut. Alternatif perbaikan sistem yang direkomendasikan adalah :

## Pengumpulan :

1. Dilakukan komposting sampah yang didasarkan data dari dinas kebersihan 61,95 % sampah organik berpotensi untuk dijadikan kompos. Dari 61,95 % tersebut yang akan dijadikan kompos adalah sampah sayuran dan buah – buahan sebesar 28,69 %.
2. Becak sampah berjumlah 1300 buah, kapasitas 0,82 m<sup>3</sup>, ritasi 2 kali dan beroperasi setiap hari.
3. Dump truk berjumlah 18 buah, kapasitas 6 m<sup>3</sup>, ritasi 2 kali dan beroperasi setiap hari.

## Pengangkutan

Digunakan arm roll truk sebanyak 60 buah dengan ritasi 6 kali dan berkapasitas 6 m<sup>3</sup> beroperasi setiap hari.

## Ucapan Terima Kasih

Terima Kasih Kami sampaikan kepada *Jatu Pramagista* Atas terselesaikannya penelitian ini

## Daftar Pustaka

1. Anonim,2006.<http://www.futureechoes.com.au/about.shtml>
2. Anonim,2006.<http://www.jala-sampah.or.id/>
3. Ambarsari,Nurlita.2005.*OptimasiPengumpulan dan Pengangkutan Sampah dengan Model Powersim (Studi kasus : Kota Magelang)*. Program StudiTeknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
4. Badan Pusat Statistik. 2004. *Kota Semarang Dalam Angka 2003*. Semarang
5. Chapman, David. 2006. *Powersim Is An Object-Oriented Package For The*
6. *Construction of Interactive Simulation Models*.  
<http://science.uniserve.edu.au/newsletter/vol8/chapman.html>
7. Damanhuri, Enri. 1996. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik LingkunganFTSP ITB. Bandung
8. Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah Dan Sistem Pengelolaannya*.EkamitraEngineering. Jakarta
9. Ircham. 1992. *Kesehatan Lingkungan Sanitasi Per Kotaan dan Pedesaan*. Dian Nusantara. Yogyakarta
10. Gunadi, Dharma dan Wahyuni. 2004. *Kebijakan Pengelolaan Sampah LintasKabupaten/ Kota*. Pemerintah Propinsi Jawa Tengah. Semarang



11. Muhammadi, dkk. 1995. *Analisis Lingkungan Hidup dengan Dinamika Sistem*. Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
12. Powersim Software AS. 2003. *Powersim Studio 2003 User's Guide*. Powersim Software AS
13. Sasongko, Dwi P. 2002. *Permodelan Lingkungan*. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang
14. SNI 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan*
15. *Komposisi Sampah PerKotaan*. Yayasan Lembaga Penyelidikan masalah Bangunan. Bandung
16. SNI 19-2454-2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah*
17. *PerKotaan*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung
18. Suprihatin, dkk. 1996. *Sampah dan Pengelolaannya*. PPPGT/VEDC. Malang
19. Sunarsih, dkk. 1998. *Laporan Penelitian : Model Dinamik Angkutan Sampah di*
20. *Kodya Dati II Semarang*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro. Semarang
21. Syafrudin dan Priyambada, Ika. 2001. *Pengelolaan Limbah Padat*. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang