

Menentukan Jumlah Pelayanan yang Optimal pada Sistem Pengangkutan Sampah di Tempat Pembuangan Sementara Kobana Kota Bandung

DENTA ANGGAKUSUMA, SEPTIADI PADMADISAESTRA, BERNIK MASKUN

Universitas Padjadjaran, Bandung

ABSTRAK

Tulisan ini, merupakan pemecahan masalah dalam mengatasi penumpukan sampah di TPS, sehingga sistem pengangkutan sampah bisa berjalan dengan baik. Studi dilakukan di TPS Kobana, Kota Bandung yang melibatkan tiga jenis pelanggan yang harus dilayani dalam sistem priority service non-preemptive oleh lima server, ketika fasilitas pelayanan (truk) berada dalam sistem. Taksiran distribusi dan parameter dari data hasil observasi, digunakan untuk membangun model simulasi. Dengan penentuan model yang tepat dan taksiran parameter yang baik, model simulasi dapat menggambarkan sistem sebenarnya. Melalui model simulasi akan diperoleh efektivitas dan optimalisasi sistem untuk pemecahan permasalahan pengangkutan sampah.

Kata kunci : pelayanan optimal, sistem pengangkutan sampah, priority service non-preemptive,

1. Pendahuluan

Pelayanan yang diberikan Perusahaan Daerah Kebersihan (PDK) Kota Bandung dalam sistem pengangkutan sampah di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) Kobana Kecamatan Regol, merupakan gambaran keadaan yang menuntut pelayanan yang memadai tetapi terbatas oleh jumlah dan waktu pelayanan. Kadar air dalam sampah perkotaan di Indonesia, yang mencapai 70% sampai dengan 80% [Sudradjat, 19: 2006], memiliki resiko menimbulkan penyakit dan bau busuk yang tinggi. Jika sistem pengangkutan sampah dari TPS ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terhambat, maka sampah akan terkumpul secara kumulatif di TPS maupun di lingkungan masyarakat. Volume sampah Kota Bandung yang tidak terangkut sekitar 3.000 m³ dalam sehari [Bramono: 2005]. PDK Kota Bandung dihadapkan dengan minimnya jumlah fasilitas pelayanan (truk) yang dimiliki.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan mengemukakan penyelesaian dari permasalahan penentuan jumlah pelayanan yang optimal dan waktu pelayanan yang tepat pada sistem pengangkutan sampah di TPS Kobana Kecamatan Regol. Penelitian yang dilakukan pada sistem pengangkutan sampah di TPS kobana ini, memiliki manfaat yaitu untuk mengatasi penumpukan pelanggan di TPS.

2. Deskripsi Sistem

Kegiatan di TPS dimulai dari pukul 07.00 WIB setiap harinya dan berakhir pada pukul 16.00 WIB. Kedatangan sampah ke TPS Kobana diangkut menggunakan roda sampah dan mobil pick-up. Sampah yang berasal dari rumah tangga dan industri datang ke TPS menggunakan roda sampah yang berkapasitas 1 m³ dengan jumlah 93 unit dan setiap roda datang ke TPS maksimal sekali dalam sehari. Sampah dari fasilitas umum dan pemerintahan diangkut ke TPS dengan 20 roda sampah berkapasitas 1 m³ yang datang maksimal sekali dalam sehari. Sedangkan sampah dari penyapuan jalan raya, diangkut dengan mobil pick-up yang berkapasitas 3 m³. Jumlah kedatangan kendaraan maksimal sembilan kali dalam sehari. Armada pengangkut sampah ke TPS tersebut, selanjutnya dinamakan pelanggan.

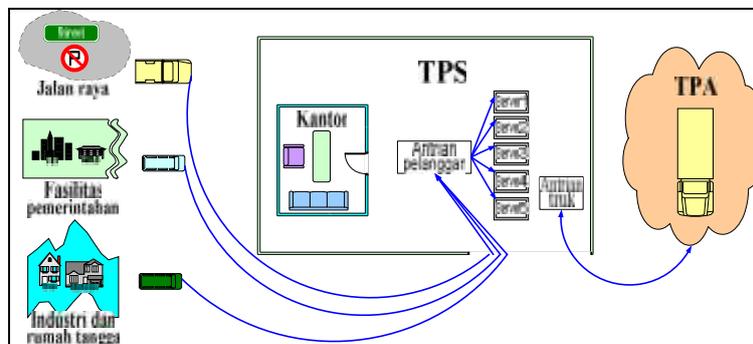
Disiplin pelayanan yang diterapkan di TPS Kobana adalah priority service non-preemptive, yaitu pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi terlebih dahulu tetapi pelanggan dengan prioritas yang lebih tinggi tidak dapat menginterupsi

8 Denta Anggakusuma, Septiadi Padmadisastra, Bernik Maskun

pelanggan yang prioritasnya lebih rendah yang sedang dilayani. Disiplin pelayanan untuk pelanggan yang datang dengan prioritas yang sama sesuai dengan prinsip first come first service. Mobil pick-up mempunyai prioritas pertama untuk dilayani, kemudian sampah dari fasilitas umum dan pemerintahan, selanjutnya baru melayani sampah dari industri dan masyarakat.

Sistem pelayanan untuk pelanggan, dilakukan ketika truk pengangkut sampah yang berkapasitas 10 m³ berada di TPS untuk diangkut ke TPA Sarimukti. Sebelum tersedianya fasilitas pelayanan, pelanggan hanya melakukan antrian di TPS tanpa mendapatkan pelayanan. Jumlah truk yang disiapkan PDK berjumlah lima unit dengan disiplin first come first service.. TPS Kobana terdiri dari satu pintu masuk (channel) dan dalam satu waktu dapat terjadi 5 buah pelayanan terhadap pelanggan oleh petugas.

Proses pelayanan di TPS dilakukan secara manual, yaitu sampah dari roda sampah atau mobil pick-up diklasifikasi menjadi sampah yang bisa didaur ulang dan sampah yang harus dibuang ke TPA oleh para pemulung. Kemudian sampah yang harus dibuang ke TPA dinaikan secara manual oleh para pemulung ke atas truk pengangkut. Proses pelayanan untuk satu satuan pelanggan selesai sampai seluruh sampah dari roda sampah atau mobil pick-up dimuat ke atas truk pengangkut. Diagram ketentuan tersebut dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Sistem Pengangkutan Sampah di TPS Kobana Kota Bandung

3. Simulasi

Data untuk analisis sistem antrian di TPS Kobana adalah data perjalanan pelanggan dan fasilitas pelayanan dalam menempuh sistem yang meliputi waktu kedatangan pelanggan dan fasilitas pelayanan serta waktu pelayanan server terhadap pelanggan. Observasi dilakukan secara kontinu pada periode waktu 22–28 Januari 2007. Melalui data observasi tersebut ditaksir parameter dan distribusinya melalui uji Kolmogorov-Smirnov atau chi square melalui software Arena 7.01. Kemudian dibangun model simulasi sebagai berikut:

1. Kedatangan

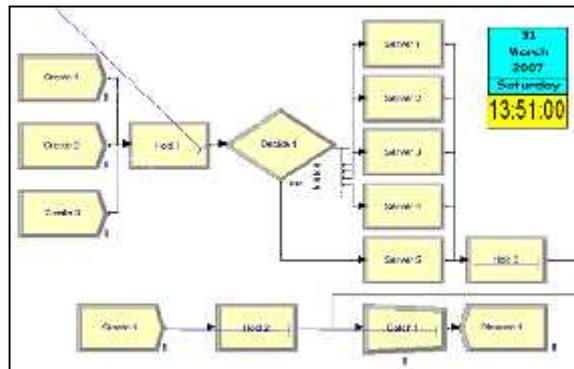
- Pelanggan rumah tangga maksimal sebanyak 93 kedatangan setiap hari, dengan distribusi waktu antarkedatangan:
 $f(x) = -0,001 + Weibull(19,800;1,130)$
- Pelanggan dinas maksimal sebanyak 20 kedatangan setiap hari, dengan distribusi waktu antarkedatangan:
 $f(x) = 0,999 + Eksponensial(49,600)$
- Pelanggan pick-up maksimal sebanyak 9 kedatangan setiap hari, dengan distribusi waktu antarkedatangan:
 $f(x) = 2,000 + Eksponensial(75,300)$
- Fasilitas pelayanan truk maksimal sebanyak 5 kedatangan setiap hari, dengan distribusi waktu antarkedatangan:
 $f(x) = 15,000 + Weibull(83,000;1,420)$

2. Disiplin antrian adalah priority service non-preemptive.
3. Pelayanan

Menentukan Jumlah Pelayanan yang Optimal pada Sistem Pengangkutan Sampah di Tempat Pembuangan Sementara Kobana Kota Bandung 9

- Waktu pelayanan server 1 berdistribusi:
 $f(x) = 13,500 + Weibull(10,900;2,290)$
 - Waktu pelayanan server 2 berdistribusi:
 $f(x) = 13,500 + Weibull(12,400;2,160)$
 - Waktu pelayanan server 3 berdistribusi:
 $f(x) = 14,500 + Weibull(11,800;1,990)$
 - Waktu pelayanan server 4 berdistribusi:
 $f(x) = 11,500 + Weibull(15,100;2,390)$
 - Waktu pelayanan server 5 berdistribusi:
 $f(x) = 13,500 + Weibull(12,600;2,410)$
4. Sistem berjalan selama sembilan jam setiap hari, yaitu dari jam 07.00 sampai dengan jam 16.00 WIB.
- Asumsi dari model simulasi ini yaitu:
1. Distribusi waktu antarkedatangan dan waktu pelayanan stasioner dalam setiap waktu.
 2. Kapasitas roda sampah sebanyak 1 m³, mobil pick-up berkapasitas 3 m³, dan truk berkapasitas 10 m³.

Simulasi dilakukan dengan dasar model tersebut, melalui software Arena 7.01. Diagram alur simulasi disajikan melalui gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alur Model Simulasi untuk Sistem Pengangkutan Sampah di TPS Kobana Kota Bandung

Keterangan:

1. *Create* merupakan kedatangan pelanggan atau truk.
2. *Batch* merupakan tempat penggabungan unit antrian.
3. *Hold* adalah garis antrian.
4. *Decide* merupakan perintah untuk mendistribusikan pelanggan kedalam beberapa pilihan.
5. *Server* merupakan tempat untuk melakukan pelayanan

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Simulasi dilakukan selama tujuh hari secara kontinu. Hasil simulasi terlihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Simulasi pada Sistem Pengangkutan Sampah di TPS Kobana Kota Bandung

Hari	Sampah Datang (m ³)	Sampah Harus Diangkut (m ³)	Daya Angkut (m ³)	Sisa Sampah di TPS (m ³)	Rata-rata Tunggu (menit)	Rata-rata Volume Menunggu (m ³)
1	55	55	50	5	55	5
2	68	73	50	23	208	15
3	79	102	50	52	85	10
4	43	95	50	45	273	18
5	62	107	50	57	389	32
6	71	128	50	78	587	58
7	57	135	50	85	646	72

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui gambaran simulasi yang dijalankan selama tujuh hari, menyisakan tumpukan pelanggan dengan volume sampah yang tidak terangkut dari TPS sebanyak 85 m³. Pada hari pertama volume sampah yang datang ke TPS berjumlah 55 m³. Sedangkan yang terangkut hanya sebanyak 50 m³. Dengan demikian, sampah yang tersisa pada hari pertama akan menjadi beban pengangkutan di hari berikutnya sebanyak 5 m³.

Rata-rata waktu tunggu setiap 1 m³ sampah di TPS selama satu hari pengamatan adalah 55 menit dengan rata-rata volume sampah yang menunggu di TPS sebanyak 5 m³. Melalui tabel tersebut dapat diketahui bahwa akibat tidak terangkutnya pelanggan setiap hari, maka rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam sistem akan semakin lama karena harus menunggu sampai keesokan harinya untuk diangkut. Demikian pula jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian akan semakin menumpuk. Dalam sistem yang berjalan sekarang, kejadian seperti ini selalu terjadi, sehingga perlu adanya optimalisasi dari sistem pengangkutan sampah di TPS Kobana.

Tabel 2. Optimalisasi Jumlah Fasilitas Pelayanan pada Sistem Pengangkutan Sampah di TPS Kobana Kota Bandung

Hari	Sampah yang Datang (m ³)	Kebutuhan Truk
1	55	6
2	68	7
3	79	8
4	43	5
5	62	7
6	71	8
7	57	6
Rata-rata		7

Kebutuhan jumlah fasilitas pelayanan (truk) dihitung dengan tujuan tidak terjadinya antrian pelanggan yang tersisa dalam satu periode simulasi sehingga sistem pengangkutan sampah berjalan dengan baik dan resiko yang ditimbulkan tumpukan sampah bisa teratasi. Jumlah fasilitas dikatakan optimum, ketika seluruh sampah setiap hari dapat terangkut dari TPS dengan jumlah truk yang paling sedikit.

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh kesimpulan bahwa rata-rata kebutuhan fasilitas pelayanan (truk) yang optimal berjumlah tujuh unit.

Evaluasi dari optimalisasi yaitu menjalankan sistem melalui simulasi dengan model yang sama, kecuali distribusi waktu antarkedatangan fasilitas pelayanan dan jumlah fasilitas pelayanan yang datang dalam sehari. Distribusi waktu antarkedatangan fasilitas pelayanan dalam model optimal adalah:

Menentukan Jumlah Pelayanan yang Optimal pada Sistem Pengangkutan Sampah 11 di Tempat Pembuangan Sementara Kobana Kota Bandung

$$f(x) = 3,963 + Weibull(83,000;1,420)$$

dengan rata-rata = 81,263 menit.

Hasil simulasi model optimal terangkum dalam tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil Simulasi Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di TPS Kobana Kecamatan Regol Kota Bandung

Jumlah Waktu Simulasi	Sampah Datang (m ³)	Sampah Terangkut (m ³)	Rata-rata Waktu Tunggu (menit)	Rata-rata Sampah yang Menunggu (m ³)
1 bulan	1791	1791	134	6
3 bulan	10937	10937	247	7
1 tahun	21911	21911	125	5
2 tahun	43951	43951	309	6

Simulasi dilakukan dalam jangka panjang, dengan model yang optimal dan kondisi sistem yang sama. Melalui Tabel 3 dapat diketahui bahwa, selama sebulan simulasi, jumlah sampah yang datang sebanyak 1791 m³. Seluruh sampah tersebut dapat terangkut dengan rata-rata waktu tunggu 134 menit tiap 1 m³ sampah dan rata-rata volume sampah yang menunggu dalam sistem berjumlah 6 m³. Melalui evaluasi ini, dapat disimpulkan bahwa dengan pelayanan dari Perusahaan Daerah Kebersihan (PDK) Kota Bandung sebanyak 7 truk dalam sehari, volume sampah yang datang ke TPS Kobana Kecamatan Regol Kota Bandung dapat diimbangi, sehingga penumpukan pelanggan di TPS dapat teratasi dengan baik.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Rata-rata kebutuhan fasilitas pelayanan (truk) setiap hari yang optimal pada sistem pengangkutan sampah di TPS Kobana Kecamatan Regol berjumlah tujuh unit, dengan rata-rata waktu antarkedatangannya sebesar 81,263 menit.

Saran

1. Untuk mendapatkan optimalisasi yang lebih akurat, dilakukan penelitian lanjutan dengan melihat trend waktu kedatangan pelanggan.
2. Perlu diperhitungkan optimalisasi biaya untuk memperoleh sistem yang lebih efisien.

6. Daftar Pustaka

- Bramono, Sandhi Eko. 2005. Bandung yang Bersih, Asri, dan Sehat. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB.
- Kelton, W. David. 2002. Simulation with Arena, Second Edition. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Kleinrock, Leonard. 1975. Queueing System Theory, Volume 1. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Siagian, P. 1987. Penelitian Operasional Teori dan Praktek. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sudradjat. 2006. Mengelola Sampah Kota. Jakarta: Penebar Swadaya.

12 Denta Anggakusuma, Septiadi Padmadisastra, Bernik Maskun