

Optimasi dan Redesain Sistem Pengelolaan Sampah di TPST Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo

Ayu Auliya Rahmah dan Yulinah Trihadiningrum
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: trihadiningrum@gmail.com

Abstrak—Pemerintah Kabupaten Sidoarjo membangun TPST Lingkar Timur yang beroperasi sejak 12 Desember 2015. TPST tersebut melayani sebagian besar sampah di Kecamatan Sidoarjo, Candi, dan Buduran dengan total 6.510 KK. Kondisi yang ada di TPST ini masih belum sesuai dengan Permen PU nomor 03/PRT/M/2013, karena belum memiliki zona penyangga, sistem pengendalian pencemaran lingkungan, dan instalasi pengolahan. Selain itu, belum ada tempat untuk menyimpan sampah terpilah. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kuantitas dan komposisi sampah yang diolah di TPST, mengevaluasi kondisi eksisting pengelolaan sampah di TPST Lingkar Timur, dan merencanakan ulang desain dan optimasi pengelolaan sampah di TPST, meliputi dari aspek teknis dan finansial. Perencanaan diawali dengan kegiatan survei dan sampling untuk mendapatkan data berupa kuantitas sampah yang ditangani, data komposisi sampah, densitas sampah, potensi daur ulang sampah, juga kondisi sarana serta prasarana yang ada. Hasil penelitian menunjukkan komposisi sampah terdiri dari sisa makanan dan kebun (44,6%), plastik (30,92%), kardus/karton (9,82%), kain (1,90%), kaca (1,16%), logam (0,60%), karet/kulit 0,44%, B3 rumah tangga (0,2%) dan lain-lain (10,37%). Selain itu terdapat fasilitas lain yang tidak tercatat pada Permen PU nomor 03/PRT/M/2013 yaitu fasilitas berupa kamar tidur, dapur, dan warung. Optimasi pengelolaan sampah dilakukan dengan hanya mengolah jenis sampah kering (plastik, kaca, logam, karet/kulit). Pemilahan dilakukan dengan kecepatan 80 kg/jam/orang agar mencapai nilai reduksi hingga 35,82%, dan memenuhi target pengurangan sampah Jakstrada Kabupaten Sidoarjo tahun 2025. Luas lahan optimasi yang dibutuhkan yaitu 2.931,4 m² dengan tenaga kerja berjumlah 50 orang. Lahan yang ada, dapat melayani sampah hingga 6.825 KK dan 36 fasilitas umum. Biaya investasi yang dibutuhkan yaitu Rp 1.157.344.970 dan biaya operasional Rp 2.287.316.928/tahun. Potensi pemasukan dari penjualan dan retribusi yaitu Rp 306.152.422/bulan. Dengan metode NPV proyek redesain ini dianggap layak secara finansial.

Kata Kunci—Optimasi, Pengelolaan, Redesain, Sidoarjo, TPST.

I. PENDAHULUAN

SAMPAH telah menjadi permasalahan nasional sehingga perlu dilakukan pengelolaan secara komprehensif dan terpadu. Berdasarkan UU RI No. 18 Tahun 2008, tujuan adanya pengelolaan sampah antara lain agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat. Maka dari itu, pemerintah harus memfasilitasi pengelolaan sampah termasuk di Kabupaten Sidoarjo. Timbulan sampah di Kabupaten Sidoarjo tahun 2020 mencapai 396.476,90 ton/tahun dengan 41,49% sampah terkelola dan pengurangan 31,97%. Upaya yang telah dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Sidoarjo dalam pengelolaan sampah diantaranya menyediakan fasilitas pengurangan maupun pengolahan sampah. Di Sidoarjo terdapat 116 TPST dengan hanya 86

Tabel 1.

Komposisi sampah TPST Lingkar Timur		
Komposisi	Berat (kg)	%
Sisa Makanan dan Kebun	460,5	44,60
Plastik	319,2	30,92
Kardus/karton	101,4	9,82
Logam	6,2	0,60
Kain	19,6	1,90
Karet/kulit	4,5	0,44
Kaca	12	1,16
B3 RT	2,05	0,20
Lain-lain	107,05	10,37



Gambar 1. Lokasi TPST Lingkar Timur.

TPST yang sudah berjalan, namun belum optimal [1]. Salah satu TPST yang sudah berjalan yaitu TPST Lingkar Timur yang beroperasi sejak 12 Desember 2015 dan melayani sebagian besar sampah di Kecamatan Sidoarjo, Candi, dan Buduran. Sejak bulan Juli 2021 TPST ini melayani timbulan sampah dari 6.510 KK. TPST Lingkar Timur terletak di Jalan Lingkar Timur No. 888, Dusun Rangkah Lor, Rangkah Kidul, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. Terdapat fasilitas hanggar (ruang pilah), pagar, kantor, pintu pagar / portal, konveyor, gerobak, motor roda 3, di TPST seluas 3.094 m² ini [2].

TPST ini memerlukan peningkatan pemeliharaan alat dan mesin pengelolaan sampah karena jika rusak, perbaikan alat terselesaikan paling lambat 7 hari [2]. Kondisi TPST masih belum sesuai dengan Permen PU nomor 03/PRT/M/2013 karena belum memiliki zona penyangga, sistem pengendalian pencemaran lingkungan. TPST ini memiliki instalasi pengolahan sampah berupa insenerator, namun tidak dapat difungsikan. Selain itu, belum ada fasilitas tempat penyimpanan sampah yang sudah terpilah. Berdasarkan persyaratan teknis yang tertera pada Permen PU nomor 03/PRT/M/2013, TPST Lingkar Timur lebih sesuai untuk kriteria TPS 3R [3].

Tabel 2.
Potensi daur ulang dengan kecepatan pemilahan 80kg/jam.pemilah

Komposisi	Jenis Sampah	Sampah Terpilah 24-31 Mei 2021 (kg)	RF Konveyor (%)	RF Manual (%)
Sampah Organik		-	-	-
Kertas/Kardus	Kardus	1.056	1,994	8,37
	Dupleks	2445		
	PP (Plastik Putih)	914		
Plastik	Atom	4580	6,549	23,24
	Hd (<i>Kresek</i>)	4.976		
	Sablon	987		
	Mantel	40		
Logam	Aluminium	59	0,346	0,383
	Kaleng	548		
Karet/kulit	<i>Gembos</i>	283	0,161	0,145
Kaca	Kaca	1.202	0,685	1,036
	Total Reduksi (%)		9,735	35,821

Oleh karena adanya ketidaksesuaian kondisi eksisting dengan persyaratan teknis, maka perlu dilakukan evaluasi teknis sistem pengelolaan sampah. Fasilitas yang belum memadai akan mempengaruhi kinerja yang mengurangi optimasi sistem pengelolaan sampah. Maka dari itu, pada studi ini dilakukan evaluasi serta optimasi sistem dan redesain pengelolaan sampah sebagai upaya pencapaian target pengurangan dan penanganan sampah rumah tangga (SRT) dan sampah sejenis rumah tangga (SSRT) didasarkan pada Jakstrada Kabupaten Sidoarjo yaitu pengurangan hingga 30% dan penanganan hingga 70% di tahun 2025.

Pada survei pendahuluan, nilai *recovery* sampah dengan pengoptimalan pemilahan mencapai angka 35,81% hanya dengan mengolah sampah kering. Pengolahan sampah basah seperti sisa makanan dan kebun, dapat diolah di Tempat Penimbunan Akhir (TPA). Sampah basah yang ditimbun akan mengalami proses anaerobik yang dapat menghasilkan biogas [3]. Selain menjadi bahan bakar gas, biogas dalam skala besar di TPA, dapat menghasilkan energi listrik [4]. Keterbatasan lahan, menjadi salah satu hambatan dilakukan pengolahan sampah organik mudah terurai di TPST ini. Pengelolaan sampah yang direncanakan di TPST ini dibatasi oleh jenis sampah kering.

II. METODE PENELITIAN

A. Ide Penelitian

Optimasi dan desain ulang TPST Lingkar Timur dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan finansial guna memenuhi target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo tahun 2025 yaitu penanganan sampah sebesar 70% dan pengurangan sebesar 30%.

B. Pengumpulan Data

Data yang diukur langsung yaitu densitas sampah di gerobak dan kontainer truk, komposisi sampah, *recovery factor*, serta kondisi sarana dan prasarana yang ada di TPST. Densitas sampah ditentukan dengan membagi berat dengan volume sampah dari 11 gerobak yang dilakukan selama 8 hari. Sampel untuk pengukuran komposisi sampah berjumlah 10 gerobak dengan berat masing-masing 100 kg yang dilakukan selama 8 hari. *Recovery factor* atau persentase sampah yang masih bisa dimanfaatkan diukur bersamaan dengan pengukuran komposisi. Kondisi operasional TPST Lingkar Timur diamati dengan observasi langsung.

Data kuantitas sampah dan cakupan layanan diperoleh dari pencatatan yang dilakukan koordinator. Optimasi dan desain ulang akan mempertimbangkan peraturan serta petunjuk

teknis pelaksanaan pengelolaan sampah yang belaku. Dalam perhitungan pembangunan akan didasarkan kepada HSPK Jawa Timur tahun 2020 yang tercantum pada Lampiran Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 70 Tahun 2019.

C. Pengelolaan Data

Skenario optimasi pengelolaan sampah berfokus pada pengolahan sampah kering daur ulang (kertas, plastik, kaca, kain, karet/kulit, logam, dan lain-lain). Penanganan sampah B3 berupa penyediaan TPSSS-B3. Sampah basah (sisa makanan, sampah kebun) tidak diolah dan langsung dimasukkan ke dalam kontainer. Adapun perencanaan optimasi dan desain ulang meliputi cakupan layanan saat studi dilakukan.

1) Analisis Aspek Teknis

Aspek teknis yang dibahas terdiri dari evaluasi sistem pengelolaan sampah, analisis kesetimbangan massa dan potensi daur ulang sampah, analisis kebutuhan tenaga kerja serta sarana dan prasarana, optimasi sistem pengelolaan sampah dan fasilitasnya, perencanaan Basic design redesain sesuai dengan kebutuhan optimasi dan menghitung perkiraan cakupan layanan sesuai dengan skenario optimasi serta ketersediaan lahan.

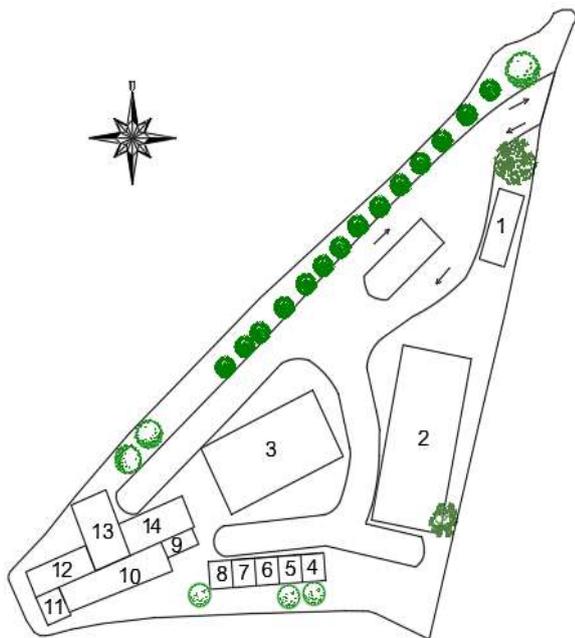
2) Analisis Aspek Finansial

Analisis aspek finansial dihitung berdasarkan biaya investasi, biaya operasional, dan biaya pemeliharaan. Biaya investasi terdiri dari investasi bangunan dan peralatan. Biaya operasional meliputi biaya gaji dan upah karyawan/pekerja, administrasi, belanja alat penunjang operasional, listrik, dan air. Biaya pemeliharaan meliputi perawatan mesin konveyor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kuantitas dan Komposisi Sampah

Hasil pengukuran densitas sampah rata-rata yang didapatkan sebesar 260,60 kg/m³. Komposisi sampah paling dominan yaitu jenis sisa makanan dan kebun yaitu sebesar 44,6% yang dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi plastik terdiri dari PP, kresek, atom (botol), kemasan dan sterofoam. Kardus, karton dan kertas masuk ke dalam komposisi kertas-karton. Sedangkan sampah B3 Rumah Tangga yang ditemukan yaitu lampu, kabel, dan *handphone*. Komposisi logam terdiri dari kaleng sisa minuman, kaleng pewangi, dan logam lainnya. Sampah lain-lain terdiri dari diaper, rambut dari salon, masker, dan sampah yang tidak termasuk komponen lainnya.



Gambar 2. Layout eksisting TPST Lingkar Timur.

Keterangan:

- 1 Kantor dan Gudang
- 2 Hanggar 1
- 3 Hanggar 2
- 4 Warung
- 5 Kamar
- 6 Kamar
- 7 Kamar
- 8 Musholah
- 9 Kamar mandi
- 10 Kamar (7 kamar)
- 11 Dapur
- 12 Insenerator
- 13 Lahan parkir alat pengangkut
- 14 Lahan kompos

Perhitungan dilakukan mengacu pada catatan yang paling lengkap datanya yaitu jumlah sampah terlayani dari 6.467 KK. Cakupan layanan ini tersebar di tiga kecamatan di sekitar TPST yaitu Kecamatan Sidoarjo (1.679 KK), Candi (4.279 KK), dan Buduran (509 KK).

Pada catatan mingguan yang diacu, selama 6 hari, alat pengangkut sampah yang keluar dari TPST yaitu sebanyak 18 ritasi *armrolltruck* dan 18 ritasi *dumpruck*. Bila di rata-rata, alat pengangkut yang keluar setiap harinya 3 (tiga) ritasi *armrolltruck* dan 3 (tiga) ritasi *dumpruck*. Adapun jumlah kendaraan pengumpul yang masuk selama satu minggu yaitu 541 kendaraan dengan rata-rata harian 90 kendaraan. Total sampah mingguan yang masuk ke TPST, yaitu 175.560 kg dengan total sampah terjual 17.090 kg. Sehingga sisa sampah yang masuk ke TPA sebanyak 158.470 kg yang ditransfer total 36 ritasi dengan *armroll-truck* dan *dumpruck*.

B. Evaluasi Kondisi Eksisting

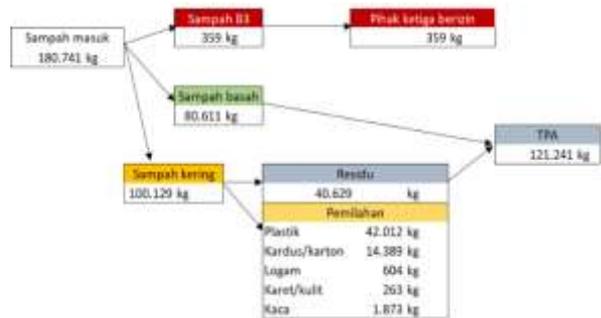
Pengelolaan yang dilakukan di TPST terdiri atas pengumpulan, pemilahan, penjualan, *loading* residu dan transpor residu ke TPA. Bila mengacu pada Permen PU 03/PRT/M/2013, pengelolaan lain yang seharusnya ada di TPST yaitu pengolahan sampah organik dan penanganan residu. Pada lokasi TPST, tidak memungkinkan bila dilakukan penanganan residu. Selain karena luas lahan, lokasi TPST terlalu dekat dengan badan air dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 3.

Harga terendah penjualan sampah terpilah		
Komposisi	Jenis	Harga terendah (Rp)
Kertas/ kardus	Dupleks	1.200
	Kardus	2.200
	PP	1.000
Plastik	Atom	2.000
	HD (<i>kresek</i>)	800
	Sablon	600
	Mantel	800
Logam	Aluminium	10.000
	Kaleng	2.000
Kaca	Kaca	200
Karet/kulit	<i>Gembos</i>	800

Tabel 4.

Kuantitas sampah rencana selama satu minggu		
Komposisi (%)	Sampah Masuk (kg)	
Sisa Makanan dan Kebun	44,60	80.611
Plastik	30,92	55.876
Kardus/karton	9,82	17.750
Logam	0,60	1.085
Kain	1,90	3.431
Karet/kulit	0,44	788
Kaca	1,16	2.101
B3 RT	0,20	359
Lain-lain	10,37	18.739
Total	100,00	180.741



Gambar 3. Mass balance optimasi.

1) Pengumpulan

Pengumpulan SRT dan SSRT dilakukan oleh 60 pengumpul menggunakan alat pengumpul milik pribadi. Hal tersebut mengakibatkan ukuran dan jenis alat pengumpul sangat bervariasi. Tidak ada jadwal untuk pengumpul dan sampah yang dikumpulkan juga juga dalam keadaan tidak terpilah. Hal ini tidak sesuai dengan Peraturan Daerah Kab. Sidoarjo No.6 tahun 2012 yang mengartikan pengumpulan adalah pemindahan sampah yang tetap menjamin terpisahnya sampah sesuai dengan jenis sampah. Pemerintah perlu mengadakan sosialisasi dan menyediakan fasilitas pewardahan terpilah di sumber untuk memudahkan pengelolaan sampah selanjutnya.

Retribusi persampahan/ kebersihan dibayarkan oleh pengumpul secara rutin sebesar Rp 2000 per KK. Untuk fasilitas umum, uang retribusi bervariasi mulai dari Rp 15.000 hingga Rp 225.000.

2) Unloading

Proses *unloading* sampah dilakukan untuk mengeluarkan sampah dari gerobak ke konveyor. Pada proses ini dibutuhkan 2 hingga 3 orang untuk membawa gerobak dari lahan antrean menuju konveyor dan membalik gerobak. Akibat tidak adanya jadwal pengumpulan, terkadang pengumpul meletakkan sampah dan gerobaknya di TPST hingga sampah ditumpahkan ke konveyor. Berdasarkan pengamatan,

Tabel 5.
Hasil pengukuran berat sampah di gerobak

Hari	Waktu Operasional (WIB)		
Senin	06.00-11.30	dan	12.30-15.00
Selasa	06.00-11.30	dan	12.30-15.00
Rabu	06.00-11.30	dan	12.30-15.00
Kamis	06.00-11.30	dan	12.30-15.00
Jumat	06.00-10.30		
Sabtu	06.00-11.30		

Tabel 6.
Rencana jadwal pengumpulan sampah

Jadwal	Senin, Selasa, Rabu, Kamis		Jumat		Sabtu	
	Sampah Basah (gerobak)	Sampah Kering (gerobak)	Sampah Basah (gerobak)	Sampah Kering (gerobak)	Sampah Basah (gerobak)	Sampah Kering (gerobak)
05.30-06.30	7	23	6	20	6	20
06.30-07.30	7	23	6	20	6	20
07.30-08.30	7	23	6	20	6	20
08.30-09.30	7	23	6	20	6	20
09.30-10.30	7	23	-	-	6	20
10.30-11.30	7	23	-	-	-	-

Tabel 7.
Kebutuhan lahan optimasi

Kebutuhan Lahan	Luas (m ²)
Lahan penimbangan	25,0
Lahan penerimaan	90,0
Lahan pemilahan	348,0
Lahan penyimpanan TPSS-B3	544,5
TPSS-B3	57,5
Loading residu	121,2
Kantor dan gudang	40,0
Kamar mandi	4,5
Musholah	25,0
Tempat istirahat	60,0
Parkir kendaraan	150,0
Total Luas	1465,7

Tabel 8.
Potensi penjualan sampah terpilah setiap minggu

Jenis	Jumlah (Kg)	Harga Satuan (Rp)	Penjualan (Rp)
Atom	4.668	2200	10.269.684
HD (<i>kresek</i>)	10.808	800	8.646.480
Sablon	4.363	600	2.617.815
PP	21.996	1000	21.996.363
Mantel	177	800	141.456
Dupleks	2.394	2000	4.787.679
Kardus	11.995	1200	14.394.466
Kaleng	189	2000	378.231
Aluminium	415	10000	4.148.119
Gembos	263	800	210.062
Kaca	1.873	200	374.610
Jumlah (Rp)			67.964.965

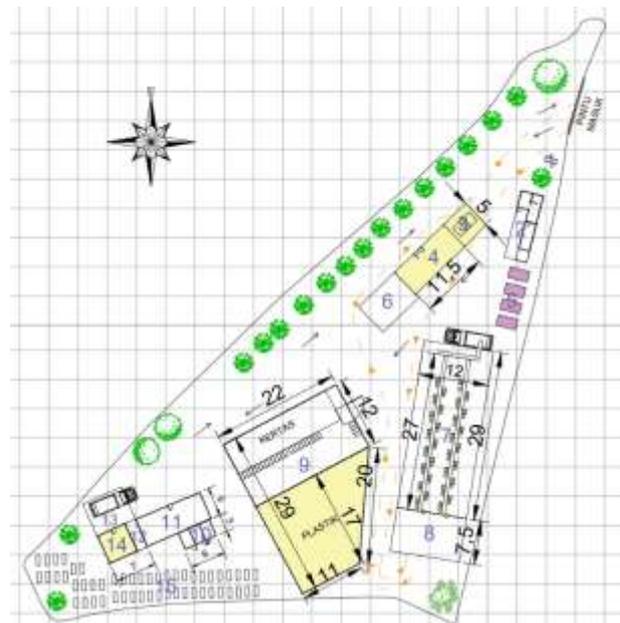
unloading 8 gerobak sampah dengan perkiraan total volume 8,64 m³ membutuhkan waktu 63 menit.

3) Pemilahan

Menurut koordinator TPST Lingkar Timur, terdapat 32 tenaga pemilah yang terbagi pada 4 line konveyor yang tersedia. Ruang pemilah berbentuk hanggar terbuka. Pemilahan dilakukan sesuai dengan jenis barang yang dapat dijual yaitu:

1. Plastik (atom, kemasan, *kresek*, mantel, PP)
2. Kertas (kardus makan, kardus, kertas)
3. Kaca
4. Logam (kaleng, aluminium lainnya)
5. Kulit dan karet (spons, sepatu, sandal).

Laju pemilahan sampah menggunakan konveyor mencapai 299,96 kg/jam.pemilah dengan potensi daur ulang sebesar 9,7%. Sedangkan pada pemilahan manual dengan laju



Gambar 4. Layout optimasi.

Keterangan:

1. Pos Jaga
 2. Kantor dan Gudang
 3. Lahan Penimbangan
 4. TPSS-B3
 5. Kontainer Sampah Basah
 6. Lahan Parkir
 7. Lahan Pemilahan
 8. Lahan Penerimaan
 9. Lahan Penyimpanan
 10. Kamar Mandi
 11. Tempat Istirahat
 12. Tempat Wudhu
 13. Parkir Kendaraan Angkut
 14. Musholah
 15. Lahan Parkir
- Warna kuning menunjukkan bangunan baru

pemilahan 80 kg/jam.pemilah memiliki potensi daur ulang sebesar 35,8%. Hal ini tertera pada Tabel 2. Semua potensi daur ulang tidak mencakup potensi daur ulang dari sampah basah seperti sisa makanan dan kebun.

4) Pemadatan

Pemadatan sampah terpilah yang layak jual dilakukan secara manual menggunakan kotak yang terbuat dari kayu. Pemadatan dilakukan pada saat kontainer sudah penuh. Pemilahan dilanjutkan setelah dilakukan penggantian kontainer. Hasil pemadatan diletakkan di bawah hanggar pemilahan karena tidak tersedia gudang penyimpanan.

5) Penjualan

TPST sudah memiliki pelanggan pengepul yang membeli sampah hasil pemilahan. Transaksi pada periode 24-31 Mei 2021 menghasilkan nilai jual Rp 34.060.800. Nilai ini dihitung pada harga terendah yang terdapat pada Tabel 3.

6) Pengangkutan

Sampah residu dari unit pemilahan bergerak menuju kontainer truk atau *dumptruck*. Pengaturan dan pemadatan sampah di kontainer truk dilakukan seorang petugas secara manual dengan garpu sampah. Kontainer *armroll-truck* dan *dumptruck* masing-masing memiliki volume 8m³ dan 12 m³. Sistem pengangkutan di TPST yaitu SCS (*Stationary Container System*). Pengangkutan yang terjadi pada periode

24-31 Mei 2021 sebanyak 18 ritasi *armroll-truck* dan 18 ritasi *dumpruck*. Hasil pengukuran densitas sampah rata-rata di truk ialah 440,194 kg/m³. Residu diangkut ke TPA Kabupaten Sidoarjo yang terletak di Kecamatan Jabon.

7) Sarana dan Prasarana

Waktu operasi TPST yaitu hari Senin-Sabtu dari jam 06.30 WIB dan berakhir antara pukul 10.00 WIB hingga 12.30 WIB. TPST tidak beroperasi pada hari Minggu dan hari libur nasional. Layout eksisting TPST ditunjukkan pada Gambar 2.

Kondisi eksisting TPST belum sesuai dengan Permen PU No. 03 tahun 2013. Di dalamnya terdapat warung, dan kamar tidur petugas. Selain itu tidak ada fasilitas penanganan residu, pengolahan sampah organik, serta pengendali pencemaran lingkungan.

C. Optimasi Sistem Pengelolaan Sampah dan Perencanaan Basic Desain

Mengingat kondisi eksisting TPS Lingkar Timur, yang terbatas luas lahannya, maka optimasi dilakukan mengacu pada persyaratan teknis TPS 3R. Optimasi dan desain ulang disusun dengan berdasarkan pemenuhan target Jakstrada Kabupaten Sidoarjo tahun 2025 yaitu pengurangan sampah sebesar 30%. Dengan laju pemilahan sampah 80kg/jam.pemilah, reduksi sampah dapat mencapai 35,8%. Tingkat reduksi ini sudah memenuhi target Jakstrada.

Optimasi pengelolaan sampah di TPST dilakukan dengan pemilahan sampah di sumber menjadi 3 jenis yaitu sampah basah (sisa makanan, dan kebun), sampah kering (kertas, kardus, kaca/gelas, plastik, karet dan kulit), dan sampah B3.

Kuantitas sampah yang masuk dihitung berdasarkan densitas terukur (260,6 kg/m³) dan jumlah terbanyak alat pengumpul dalam satu hari (91 buah). Setiap gerobak diasumsikan bervolume 1,27 m³ sehingga sampah yang masuk dalam sehari ialah 30.123 kg/hari. Maka sampah yang masuk ke TPST Lingkar Timur selama satu minggu (6 hari kerja) sejumlah 180.741 kg tertera pada Tabel 4.

TPST direncanakan beroperasi selama 6 hari dalam satu minggu, yaitu hari Senin-Sabtu. Dengan waktu kerja efektif selama satu minggu yaitu selama 37,5 jam disusun waktu operasional yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Pada hari Jumat dan Sabtu pekerjaan dilakukan setengah hari. Total jam kerja yang direncanakan sebesar 42 jam dengan mempertimbangkan waktu tidak efektif 12%.

Pengumpulan sampah dijadwalkan lebih awal dari waktu operasional TPST yang tertera pada Tabel 6 agar terhindar dari antrian. Kegiatan pengumpulan dilakukan dengan sampah terpisah berdasarkan jenisnya. Pengumpulan sampah B3 dilakukan bersama sampah kering menggunakan kantung terpisah.

Setiap alat pengumpul diberi nomor identitas. Alat pengumpul yang masuk diukur beratnya di jembatan timbang. Sampah basah dimasukkan ke dalam kontainer residu. Sampah kering masuk ke lahan penerimaan. Sampah B3 dibawa langsung ke TPSSS-B3 dan diserahkan kepada pengumpul limbah B3 yang telah memiliki izin.

Sampah kering dipindahkan dari lahan penerimaan menuju ke konveyor. Selanjutnya sampah dipilah oleh pemilah. Pemilah dilengkapi dengan alat pelindung diri berupa masker, sarung tangan, dan sepatu boot. Untuk memudahkan pemilahan sampah yang ada di dalam kantung plastik, salah seorang pemilah dilengkapi dengan alat penggunting. Laju

pemilahan tidak lebih dari 80kg/jam.pemilah. Pemilahan dilakukan dengan memisahkan sampah sesuai dengan barang yang memiliki nilai ekonomi. *Mass balance* untuk optimasi sistem pengelolaan sampah di TPST ditunjukkan pada Gambar 3.

Sampah terpilah disimpan di satu gudang. Penyimpanan sampah jenis plastik dan kertas/dupleks dilakukan dengan menumpuk hasil kompaksi setinggi 2 m. Sampah jenis logam, kaca, dan karet/kulit disimpan di dalam kontainer 660 L. Sampah basah ditaruh di kontainer dan diangkut ke TPA menggunakan *armroll-truck* kapasitas 8 m³. Residu pemilahan diangkut ke TPA menggunakan *dumpruck*. Dari skenario optimasi, lahan yang dibutuhkan yaitu seluas 1.465,7 m² tertera pada Tabel 7. Luas tersebut diasumsikan merupakan 60% dari luas total yang dibutuhkan. Maka Lahan yang dibutuhkan untuk melayani sampah dari 6.467 KK dan 35 fasilitas umum yaitu 2.931,4 m². Layout Optimasi ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada rencana optimasi dibutuhkan 50 orang tenaga kerja. TPST membutuhkan seorang koordinator dengan tanggung jawab untuk mengatur operasi-pengelolaan sampah, dan memasarkan sampah terpilah. Keamanan di TPST akan dijaga selama 24 jam secara bergantian oleh 4 orang. Administrasi dibagi menjadi pencatat berat gerobak, serta administrasi dan finansial. Tenaga kerja lain berjumlah 4 penyalur sampah di lahan penerimaan, 2 pemotong kantung, 30 pemilah, 4 pekerja pemadatan sampah, dan 3 petugas kebersihan.

D. Cakupan Layanan Sesuai Ketersediaan Lahan

Dengan skenario optimasi yang dibuat, dapat diperkirakan cakupan layanan sesuai dengan ketersediaan lahan menggunakan perbandingan. Untuk melayani sampah dari 6.467 KK dan 35 fasilitas umum dibutuhkan lahan seluas 2.931,4 m². Jadi dengan luas lahan 3.094 m² TPST Lingkar Timur dapat melayani hingga 6.825 KK dan 36 fasilitas umum.

E. Analisis Biaya

Pembangunan dilakukan untuk 4 unit sarana yaitu lahan penimbangan, TPSSS-B3, lahan penyimpanan, dan mushollah. Perhitungan biaya pembangunan didasarkan pada HSPK Jawa Timur 2020 Wilayah 4 (Surabaya, Gresik, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang) yang tertinggi ialah sebesar Rp 1.157.344.970. Adapun peralatan yang termasuk investasi yaitu komputer, kontainer sampah terpilah, kontainer penyimpanan, kotak kayu kompaksi, kursi, meja printer, timbangan, dan troli. Total harga pengadaan alat tersebut ialah Rp 81.700.000.

Biaya operasi TPST terdiri atas upah pekerja, biaya listrik, air, dan alat penunjang. Biaya yang dibutuhkan untuk melakukan operasional dan perbaikan selama satu tahun yaitu Rp 2.287.316.928.

F. Potensi Pendapatan

Pendapatan dapat diprediksi dengan menggunakan jumlah jenis sampah terjual sesuai dengan data di TPST. Dengan demikian dapat dihitung hasil penjualan selama sebulan, yaitu sebesar Rp 291.278.422/bulan. Adapun uang retribusi yang diperoleh selama satu bulan yaitu Rp 14.874.000/bulan. Maka potensi pendapatan pertahun dari perencanaan ini yaitu Rp 3.673.829.064/tahun. Potensi

pendapatan tertera detail pada Tabel 8.

G. Analisis Kelayakan Finansial NPV

Kelayakan ekonomi hasil redesain TPST Lingkar Timur ditinjau dari perbandingan nilai biaya investasi, operasional dan pemeliharaan dengan pendapatan. Diasumsikan umur teknis dari redesain TPST Lingkar Timur adalah 3 tahun, hingga tahun target Jakstrada. Maka NPV dapat dihitung sebagai berikut:

NPV

= PV Biaya Pendapatan 3 tahun - (PV Biaya Investasi + PV Biaya Operasional dan Pemeliharaan selama 3 tahun)

$$= \left(\frac{Rp3.673.829.064}{tahun} \times 3 \text{ tahun} \right) - [(Rp 1.157.344.970$$

+ Rp 81.700.000) + (Rp 6.861.950.784)]

$$= Rp2.920.491.438 \text{ (positif)}$$

Dari perhitungan NPV didapatkan bahwa nilai NPV > 0 yang menunjukkan bahwa proyek redesain TPST Lingkar Timur menguntungkan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan ini yaitu kuantitas sampah yang masuk ke TPST Lingkar Timur ialah 175.560kg dan

total sampah terjual yaitu 17.090 kg, kondisi eksisting TPST tidak sesuai dengan ketentuan Permen PU No. 03 tahun 2013 yaitu terdapat warung, dan kamar tidur. Selain itu tidak ada fasilitas penanganan residu, pengolahan sampah organik, serta pengendali pencemaran lingkungan.

Skenario optimasi dapat mereduksi sampah hingga 35,8% dengan kebutuhan lahan seluas 2.931,4 m². Biaya investasi bangunan yang dibutuhkan ialah Rp 1.157.344.970. Biaya investasi peralatan ialah Rp 81.700.000. Biaya operasional dan perbaikan dalam stau tahun yaitu Rp 2.287.316.928. Sedangkan potensi pendapatan ialah sebesar Rp 3.673.829.064/tahun. Dengan metode NPV, proyek optimasi ini layak secara finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. S. Permatasari, "Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah di Kabupaten Sidoarjo (Studi pada Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Kawasan Bakti Bumi Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo)," Departemen Teknik Lingkungan: UPN" Veteran" Jawa Timur, 2020.
- [2] M. Marlana, T. J. W. Adi, and I. Warmadewanthi, "Evaluasi kinerja aset tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) di Kabupaten Sidoarjo," *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 4, no. 3, 2020.
- [3] I. Pujotomo and M. N. Qosim, "Pengelolaan emisi gas landfill (biogas) sebagai energi terbarukan," *J. Ilm. SUTET*, vol. 7, no. 1, 2017.
- [4] S. Annur, W. Kusmasari, R. Wulandari, and S. Sumiati, "Pengembangan biogas dari sampah untuk energi listrik dan bahan bakar kompor di TPA Cilowong, Kota Serang, Banten," *KUAT Keuang. Umum dan Akunt. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 48--51, 2020.