

Optimalisasi Tempat Penampungan Sementara (TPS) di Kecamatan Bondowoso, Bondowoso

Anita Catur Wahyuni dan Arseto Yekti Bagastyo

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: a.bagastyo@gmail.com

Abstrak—Sistem pengelolaan sampah yang kurang efisien dan partisipasi masyarakat yang minim menyebabkan permasalahan sampah seperti timbunan sampah pada TPS dan TPA melebihi kapasitas. Perencanaan ini bertujuan untuk mengkaji dan mengevaluasi cakupan dan persentase pelayanan TPS di Kecamatan Bondowoso saat ini, mengkaji peningkatan pelayanan pada salah satu TPS yang terpilih sebagai *pilot project*, dan menganalisis perkiraan biaya operasional pengoptimalan TPS di Kecamatan Bondowoso. Data yang digunakan pada perencanaan ini adalah data primer dan sekunder. Pengukuran timbulan sampah rumah tangga (SRT) untuk mengetahui persentase pelayanan di Kecamatan Bondowoso menggunakan metode *load count analysis* selama 8 hari secara berturut-turut dan 5 hari untuk pengukuran timbulan sampah pasar. Pada tahun 2021, timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Bondowoso sebesar 0,4 kg/orang.hari, dengan densitas sampah di gerobak adalah 190,93 kg/m³ dan timbulan sampah pasar adalah sebesar 0,34 kg/m². Optimalisasi ditentukan berdasarkan skenario yang terpilih. Skenario pengelolaan yang terpilih adalah skenario yang memfokuskan pada peningkatan pelayanan, rit pengangkutan sampah, dan memaksimalkan lahan TPS yang belum dimanfaatkan. Pada tahun 2030, jumlah penduduk terlayani sebesar 69.894 jiwa dengan timbulan SRT sebesar 25,86 ton/hari dan SSRT sebesar 25,93 ton/hari sehingga total volume sampah yang ditangani pada tahun 2030 adalah 271,26 m³/hari. Hasil analisis potensi reduksi pada TPS Tamansari dan TPS pasar hewan, kedua TPS tersebut dapat mereduksi sampah sebesar 11,05 m³ sampai 12,05 m³ per harinya. Hasil optimalisasi TPS Tamansari sebagai *pilot project* dengan luas lahan 150 m² dengan kapasitas pengolahan berupa komposting dan penyimpanan sampah lapak sebesar 2,1 ton/hari. Dengan lahan sekian, TPS Tamansari membutuhkan biaya investasi untuk konstruksi dan pengadaan alat sebesar Rp 395.605.978 sedangkan untuk biaya operasional dan perawatan per tahunnya adalah Rp 199.721.640.

Kata Kunci—Kecamatan Bondowoso, Pengelolaan, Pengoptimalan, Timbulan, TPS Tamansari.

I. PENDAHULUAN

SISTEM pengelolaan sampah yang kurang efisien dan partisipasi masyarakat yang minim menyebabkan permasalahan sampah seperti timbunan sampah pada TPS dan TPA yang melebihi kapasitas, serta sistem pengumpulan dan pengangkutan kurang efektif. Permasalahan sampah di Kabupaten Bondowoso disebabkan oleh kondisi masyarakat yang belum memahami tentang pentingnya membuang sampah pada tempatnya dan memilah sesuai jenisnya. Hal tersebut tampak dari banyaknya sampah pada sisi badan air dan saluran drainase Selain itu, *open burning* masih menjadi kebiasaan masyarakat.

Kapasitas TPA Kabupaten Bondowoso sebesar 157.500 m³/tahun sedangkan sampah yang masuk dalam TPA Kabupaten Bondowoso mencapai 202.589 m³/tahun. Hal



Gambar 1. Peta wilayah studi.

tersebut terjadi akibat dari kurang optimalnya reduksi sampah, sehingga diperlukan kajian mengenai optimalisasi TPS dalam mereduksi sampah. Persentase pelayanan pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso sebesar 21,51% dengan jumlah penduduk yang terlayani sebesar 20,46% pada tahun 2019 [1]. Sedangkan laju timbulan sampah Kecamatan Bondowoso adalah sebesar 0,37 kg/orang.hari, sehingga total timbulan sampah per harinya mencapai 28 ton/hari pada tahun 2020. Namun, timbulan sampah tersebut hanya sebagian saja yang masuk pada TPS dan diproses lebih lanjut.

Langkah-langkah penanganan masalah persampahan yang terjadi belum optimal terhadap regulasi dan program yang dicanangkan oleh Pemerintah melalui DLHP sehingga perlu adanya optimalisasi TPS untuk mengatasi permasalahan terkait kelebihan beban volume pada TPS maupun TPA. Dalam perencanaan, sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan harus mudah diterapkan dan dikembangkan, dari segi lingkungan, tidak menimbulkan pencemaran atau kerusakan, terjangkau secara ekonomi maupun teknis pengelolaan, yaitu biaya yang dapat diterima oleh masyarakat dan mudah diakses, serta dapat diterima secara sosial [2].

II. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Kecamatan yang dijadikan sebagai wilayah studi adalah Kecamatan Bondowoso. Kecamatan Bondowoso memiliki luas wilayah 21,42 km² yang terbagi menjadi 11 Kelurahan. Kecamatan Bondowoso memiliki kepadatan penduduk sebesar 3.410 jiwa/km². Peta wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 1.

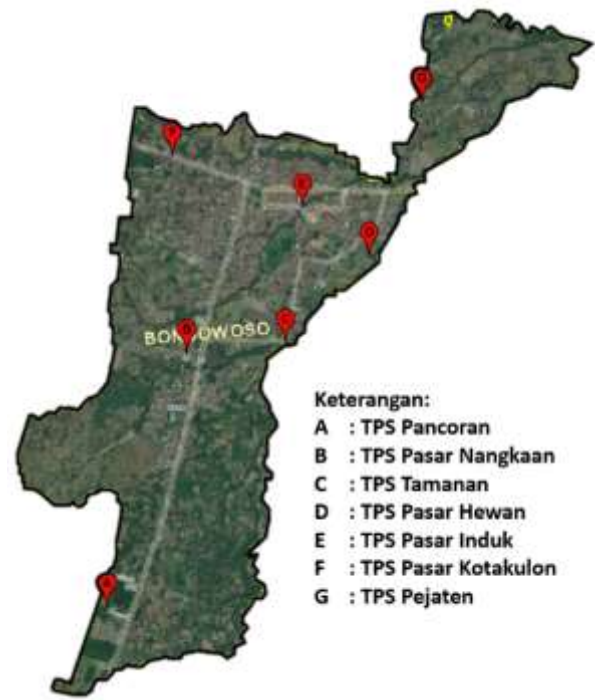
Kecamatan Bondowoso memiliki 7 TPS yang melayani

Tabel 1.
Data Desa/ Kelurahan di Kecamatan Bondowoso

No.	Desa/ Kelurahan	Luas Wilayah (km ²)
1	Pancoran	3,84
2	Sukowiryo	2,41
3	Kembang	2,70
4	Nangkaan	2,41
5	Tamansari	0,76
6	Dabasah	1,01
7	Badean	1,91
8	Kotakulon	1,39
9	Blindingan	0,62
10	Kademangan	1,35
11	Pejaten	3,02

Tabel 2.
Skenario Desain Tipikal TPS di Kecamatan Bondowoso

No.	Parameter	Skenario 1	Skenario 2
1	Timbulan sampah masuk TPS Tingkat pelayanan pengumpulan sampah	83,83%*	83,83%*
2	Fasilitas TPS	Penambahan kontainer sampah tiap dan penyesuaian fasilitas TPS yang dibutuhkan atau penambahan TPS	Tanpa penambahan kontainer sampah
3	Bangunan TPS	Modifikasi bangunan TPS sesuai dengan lahan yang tersedia	Tanpa modifikasi
4	Bangunan TPS 3R	Tidak ada	Perencanaan dan pembangunan TPS 3R



Gambar 2. Peta persebaran TPS di Kecamatan Bondowoso.



Gambar 3. Jenis wadah sampah di Kecamatan Bondowoso.

penampungan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga. Alat pengumpulan sampah yang digunakan adalah gerobak sampah dengan kapasitas 0,56 – 1,2 m³. Kapasitas tampung tiap-tiap TPS di Kecamatan Bondowoso adalah sebesar 9 m³. Kontainer kapasitas volume sebesar 9 m³ diletakkan pada tiap-tiap TPS. Pada kontainer tersebut sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga ditampung yang kemudian akan dibawa menuju TPA.

III. METODE PERENCANAAN

A. Ide Perencanaan

Tempat penampungan sementara (TPS) atau transfer depo di Kecamatan Bondowoso tidak dapat menampung volume sampah yang masuk tiap harinya sehingga terjadi *overload capacity* dan terdapat sampah yang tidak terangkut menuju TPA. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah daya tampung TPS yang tidak mencukupi sehingga diperlukan evaluasi dari operasional TPS di Kecamatan Bondowoso. Data desa di Bondowoso tertera pada Tabel 1. Skenario desain tertera pada Tabel 2.

B. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini berupa data primer dan data sekunder.

1) Data Primer

Data primer yang digunakan berupa data timbulan sampah yang diukur menggunakan metode *load count analysis*. SRT

diukur selama 8 hari berturut-turut sesuai dengan SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran timbulan sampah sedangkan untuk sampah pasar diukur selama 5 hari. Pengukuran timbulan sampah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Timbulan sampah} \left(\frac{\text{kg}}{\text{orang}} \cdot \text{hari} \right) &= \\
 \frac{\text{volume sampah di gerobak} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \right)}{\text{jumlah penduduk terlayani}} &\times \text{densitas sampah} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

Rata – rata laju timbulan sampah per hari (kg/orang.hari)

$$= \frac{\text{timbulan 1} + \text{timbulan 2} + \dots + \text{timbulan hari n}}{n} \quad (2)$$

Pengukuran densitas sampah dilakukan bersamaan dengan pengukuran timbulan sampah di TPS. Pengambilan sampel gerobak dilakukan dengan metode *random sampling*. Pengukuran timbulan sampah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Densitas sampah} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{berat sampah} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}} \right)}{\text{volume} \left(\text{m}^3 \right)} \quad (3)$$

Data primer berikutnya adalah kondisi eksisting TPS atau transfer depo, dilakukan observasi/pengamatan lapangan dan didukung oleh data sekunder dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bondowoso.



Gambar 4. Alat pengumpul sampah di TPS Kecamatan Bondowoso.



Gambar 5. Pembagian zona pasar nangkaan.

2) *Data Sekunder*

Data sekunder yang digunakan antara lain data komposisi sampah, kondisi fisik wilayah (RTRW dan peta administrasi Kecamatan Bondowoso), data kependudukan 5 tahun terakhir, dan kebijakan terkait pengelolaan sampah. Peta administrasi tertera pada Gambar 2.

C. *Analisis Perencanaan*

Analisis dan perencanaan dilakukan meliputi dua aspek, yaitu aspek teknis dan aspek pembiayaan. Aspek teknis yang ditinjau dalam perencanaan ini meliputi evaluasi teknis pengelolaan sampah di TPS atau transfer depo sampah, pemetaan dan perhitungan tingkat pelayanan penanganan sampah di Kecamatan Bondowoso, proyeksi penduduk selama tahun perencanaan yaitu tahun 2021 – 2030, dan penentuan skenario pengelolaan sampah yang akan diterapkan selama periode tahun perencanaan.

Skenario desain tipikal TPS ditinjau dari pengelolaan sampah di sumber dan TPS. Parameter seperti laju timbulan sampah yang akan diolah di TPS sangat berpengaruh terhadap luas fasilitas TPS yang dibutuhkan. Laju timbulan sampah bergantung pada penentuan tingkat pelayanan pengumpulan sampah dan upaya reduksi sampah di TPS.

Aspek biaya atau finansial yang ditinjau dalam perencanaan ini yaitu biaya investasi berupa biaya pengembangan serta pengadaan sarana dan prasarana yang diperlukan TPS sampah, seperti pembangunan rumah

Tabel 3.

Volume truk pengangkut yang beroperasi di Kecamatan Bondowoso

TPS (Transfer Depo)	Jenis Truk	Volume Truk (m ³)	Jumlah Rit (per hari)
TPS Pasar Induk	Arm roll Truck	9	4
TPS Pasar Kotakulon	Arm roll Truck	9	3
TPS Pasar Nangkaan	Arm roll Truck	9	1
TPS Pancoran	Arm roll Truck	9	1
TPS Pejaten	Arm roll Truck	9	1
TPS Tamansari	Dump Truck	12	2
TPS Pasar Hewan	Arm roll Truck	9	2

Tabel 4.

Hasil pengukuran berat sampah di gerobak

Nama Petugas	Volume sampah (m ³)	Berat Sampah (kg/hari)	Rata-rata (kg)
Bahri	0,56	Survei 1	60,20
	0,56	Survei 2	52,90
	0,56	Survei 3	56,30
	0,56	Survei 4	45,40
Tohi	1,20	Survei 1	94,60
	1,20	Survei 2	86,95
	1,20	Survei 3	91,70
	1,20	Survei 4	64,90

Tabel 5.

Hasil pengukuran timbulan sampah pasar nangkaan

Zona	Rata-rata sampah (kg)	Timbulan sampah tiap zona (kg/hari)
1	5,04	60,48
2	8,18	139,06
3	4,66	93,20
4	7,42	118,72
5	1,20	21,60
Total		432,06

kompos dan pengadaan alat-alat yang diperlukan untuk komposting dan biaya operasional dan pemeliharaan meliputi biaya gaji dan upah karyawan/ pekerja, biaya administrasi, dan biaya pemeliharaan sarana dan prasarana di TPS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Pewadahan dan Pengumpulan Sampah*

Jenis pewadahan sampah rumah tangga maupun sampah sejenis rumah tangga pada wilayah pelayanan TPS Kecamatan Bondowoso bersifat sementara berupa bak anyaman plastik atau bambu, drum bekas, dan bak plastik. Jika mengacu SNI 19-2454-2002, kriteria wadah sampah di area pelayanan TPS Kecamatan Bondowoso belum memenuhi salah satu kriteria yang diprasyaratkan yaitu kedap air dan tertutup. Wadah sampah yang tidak tertutup juga menampung air hujan ketika hujan turun sehingga menyebabkan produksi lindi meningkat, hal itu akan diperparah lagi jika wadah sampah tersebut tidak kedap air, air lindi akan merembes masuk menuju tanah sehingga terjadi pencemaran. Selain itu, sifat wadah tersebut menyebabkan bau tak sedap tercium dan menjadi sarana perkembangbiakan

Tabel 8.
Komposisi sampah di Kecamatan Bondowoso

Jenis Sampah	Komposisi
Organik (daun, sisa makanan, sayuran, buah, dll. yang mudah membusuk)	60,26%
Plastik	25,59%
Kertas	7,63%
Kayu	2,32%
Kain	1,13%
Kaca, kaleng, kawat, besi, abu	3,08%

Tabel 9.
Perbandingan nilai *recovery factor* sampah

Jenis Sampah	Kecamatan Sangkapura	TPA Kebon Kongok	RF Pakai%
	Hidayah, 2018	Tohri, 2016	
Organik (daun, sisa makanan, sayuran, buah, dll.)	80%	80%	80%
plastik	50%	50%	50%
kertas	50%	40%	40%
kayu	80%	-	0%
kain	0%	-	0%
kaca, kaleng, kawat, besi, abu	65%	70-80%	65%

Tabel 10.
Persentase penduduk terlayani oleh TPS di Kecamatan Bondowoso pada tahun 2021

No.	Kelurahan	Persentase penduduk terlayani (%)
1	Pancoran	58,77
2	Sukowiryo	11,46
3	Kembang	14,08
4	Nangkaan	97,23
5	Tamansari	58,34
6	Dabasah	27,78
7	Badean	100,00
8	Kotakulon	47,80
9	Blindungan	68,15
10	Kademangan	74,87
11	Pejaten	85,08
Rata-rata		59,47

vektor penyakit seperti lalat. Jenis wadah yang digunakan tertera pada Gambar 3.

Pengumpulan sampah menggunakan alat pengumpul berupa gerobak sampah dengan beberapa ukuran dengan jenis gerobak tarik manual dan gerobak tarik motor yang tertera pada Gambar 4. Pengumpulan sampah dilakukan dengan rit 1-4 kali/hari dengan periode pengumpulan 1-3 hari sekali. Sampah yang dikumpulkan dari sumber masih tercampur tanpa adanya pemilahan. Pengumpulan sampah menggunakan alat pengumpul berupa gerobak sampah dengan beberapa ukuran dengan jenis gerobak tarik manual dan gerobak tarik motor. Pengumpulan sampah dilakukan dengan rit 1-4 kali/hari dengan periode pengumpulan 1-3 hari sekali. Sampah yang dikumpulkan dari sumber masih tercampur tanpa adanya pemilahan.

B. Pengangkutan Sampah

Pada TPS di Kecamatan Bondowoso, kendaraan pengangkut yang digunakan untuk mengangkut sampah menuju TPA berupa *arm roll truck* dan *dump truck*. Hal ini tertera pada Tabel 3. Pembagian zona pasar nangkaan tertera pada Gambar 5.

C. Timbulan dan Densitas Sampah

1) Timbulan Sampah Rumah Tangga (SRT)

Pengukuran timbulan sampah pada perencanaan ini dilakukan dengan metode load count analysis dan data sekunder timbulan sampah sebagai pembanding untuk mengetahui ada atau tidaknya selisih volume sampah yang dihasilkan dengan volume sampah yang masuk pada TPS.

Tabel 6.
Proyeksi timbulan sampah Kecamatan Bondowoso

Tahun	Timbulan sampah (kg/hari)	Target penanganan sampah (%)	Sampah yang ditangani (kg/hari)	SSRT (kg/hari)
2021	28523,45	59,47	16815,89	23973,37
2022	28772,93	62,18	16962,96	24182,24
2023	29024,58	64,88	17889,92	24393,22
2024	29278,44	67,59	18831,80	24606,34
2025	29534,52	70,29	19788,78	24821,63
2026	29792,84	73,00	20761,06	25039,10
2027	30053,41	75,71	21748,84	25258,78
2028	30316,27	78,41	22752,31	25480,68
2029	30581,42	81,12	23771,66	25704,84
2030	30848,90	83,83	24807,11	25931,27

Tabel 7.
Rencana tingkat pelayanan per kelurahan pada tahun 2030

Kelurahan	Jumlah Penduduk	Persentase Penduduk Terlayani (%)	Timbulan SRT (kg)	Timbulan SSRT (kg)
Tamansari	7385	100,00	2732,41	
Dabasah	5480	100,00	2027,61	
Badean	6690	100,00	2475,27	0,00
Kembang	6327	100,00	2340,85	
Nangkaan	8071	100,00	2986,31	474,30
Kademangan	9296	100,00	3439,63	107,40
Blindungan	8851	63,01	2063,48	22435,90
Kotakulon	8943	44,19	1462,24	2570,00
Pancoran	6101	54,33	1226,32	343,70
Sukowiryo	9707	77,74	2791,85	0,00
Pejaten	6525	95,94	2316,20	0,00
TOTAL	83375	RENCANA	25862,18	25931,27

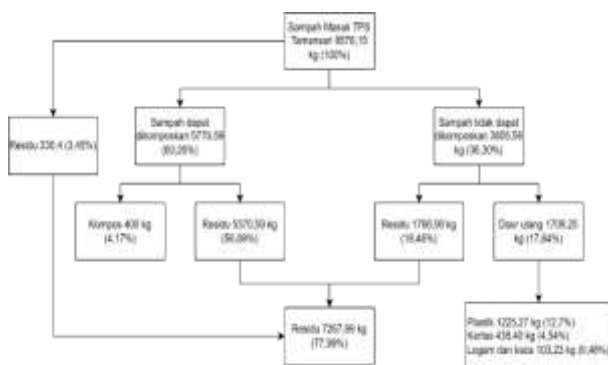
Berat timbulan sampah per orang per hari didapatkan dengan cara membagi berat sampah di gerobak dengan jumlah penduduk yang dilayani dan frekuensi pengumpulan oleh petugas pengumpul.

Laju timbulan sampah rumah tangga rata-rata yang didapatkan adalah 0,40 kg/orang.hari. Hasil pengukuran timbulan sampah dari dua sampel gerobak sampah yang berbeda ukuran dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan jika mengacu pada data sekunder dari DLHP Kabupaten Bondowoso (2021), laju timbulan sampah per harinya sebesar 0,37 kg/orang.hari.

Berdasarkan perhitungan secara teoritis menggunakan data sekunder timbulan sampah Kecamatan Bondowoso, maka timbulan sampah yang dihasilkan pada tahun 2021 per adalah 28523,30 kg atau 28,52 ton per harinya sedangkan berdasarkan sampah yang masuk pada TPS hanya sebanyak 16,9 ton. Hasil perhitungan secara teoritis dan survei lapangan menunjukkan adanya selisih yang cukup besar yaitu sebesar 11560,34 kg atau 11,56 ton sampah per harinya. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa penyebab yaitu pembuangan sampah di sungai atau saluran drainase, *open burning*, pembuangan secara mandiri ke TPS, dan area tersebut tidak dilayani. Angka sampah yang masuk TPS menunjukkan penduduk yang terlayani penanganan sampah

Tabel 13.

Perbandingan skenario optimalisasi TPS Kecamatan Bondowoso		
Keterangan	Skenario 1	Skenario 2
Jumlah penduduk terlayani tahun 2030	69894 jiwa	69894 jiwa
Fasilitas 3R	Fasilitas 3R hanya dibangun pada beberapa TPS, yaitu TPS yang berpotensi untuk dikembangkan berdasarkan ketersediaan lahan yang ada	Fasilitas TPS 3R yang direncanakan berupa: - fasilitas penerimaan sampah, - pemilahan sampah dengan konveyor, - pengolahan sampah organik, - pengolahan sampah anorganik, - pewadahan residu
Total Reduksi	4.427,49 kg	8.054,63 kg
Luas lahan yang dibutuhkan	Lahan yang dibutuhkan adalah lahan TPS eksisting.	Kebutuhan lahan yang diperlukan adalah 1000 m ² , dengan kondisi TPS lain tetap beroperasi
Evaluasi berdasarkan ketersediaan lahan	Tidak memerlukan penambahan lahan yang luas karena pengembangan TPS dilakukan pada lahan TPS yang belum dimanfaatkan secara maksimal	Perlu menyiapkan lahan seluas 1000 m ² dan bangunan TPS 3R didesain memiliki 2 lantai



Gambar 6. Material balance TPS Tamansari tahun 2030.

pada TPS pada tahun 2021 hanya sebesar 59,47%. Hasil perhitungan tertera pada Tabel 5.

2) *Timbulan Sampah Pasar*

Pengukuran sampah pasar dilakukan dengan cara menimbang sampah yang dihasilkan dari kios yang telah ditentukan selama 5 hari berturut-turut. Pasar yang digunakan sebagai sampel adalah Pasar Nangkaan. Untuk mempermudah pengukuran timbulan sampah pasar, Pasar Nangkaan dibagi menjadi 5 zona berdasarkan luas kios dan jenis yang diperdagangkan.

Setelah pembagian zona telah ditetapkan, pengukuran dilakukan di masing-masing zona sebanyak 1 kios untuk dijadikan sebagai sampel sehingga total terdapat 5 kios yang dijadikan sebagai sampel pengukuran.

Laju timbulan sampah pasar tiap harinya dapat diketahui dengan cara membandingkan antara timbulan sampah per harinya dengan luasan dari pasar. Perhitungan laju timbulan sampah pasar seperti di bawah ini:

Timbulan sampah pasar/ hari = 433,06 kg
 Luas total kios = 1268 m²
 Laju timbulan sampah pasar = 433,06/1268 = 0,34 kg/m²

Angka laju timbulan sampah Pasar Nangkaan tersebut digunakan untuk menghitung jumlah timbulan sampah pasar lainnya di Kecamatan Bondowoso dengan asumsi bahwa kondisi pasar yang tidak jauh berbeda dengan Pasar Nangkaan. Terdapat 3 pasar di Kecamatan Bondowoso, dengan luas masing-masing yaitu Pasar Induk 56719 m², Pasar Kotakulon 2277 m², dan Pasar Nangkaan 1268 m². Sehingga total sampah pasar yang dihasilkan tiap harinya adalah 20,5 ton/hari.

Tabel 11.

Rekapitulasi kebutuhan luas lahan TPS Tamansari tahun 2030			
Lantai 1		Lantai 2	
Lahan	Luas (m ²)	Lahan	Luas (m ²)
Lahan Penerimaan	7,00	Lahan Penyimpanan	9,00
Lahan Pemilahan	12,00	Lahan Sampah Lapak	
Lahan Penampungan Sampah Organik	1,00		
Lahan Pencacahan	3,00		
Lahan Pengomposan	45,00	musala	9,00
Lahan Pengayakan	3,00		
Lahan Penyimpanan	4,00		
Lahan Kompos		Toilet dan kantor	15,00
Lahan Pematangan Kompos	18,00		
Total	93,00	Total	33,00

Tabel 12.

Kebutuhan tenaga kerja di TPS Tamansari		
No.	Tenaga Kerja	Jumlah Kebutuhan
1	Manajer dan Administrasi	2
2	Pemilah sampah	6
3	Pencacah dan pengayakan kompos	1
4	Pengomposan	1
5	Penanganan sampah anorganik	1
6	Pengemasan	4
Total		15

3) *Densitas Sampah*

Densitas sampah diukur selama 8 hari dengan pengukuran sebanyak 4 kali karena pengumpulan sampah oleh petugas dilakukan setiap 2 hari. Jumlah sampel yang menjadi objek pengukuran sebanyak 2 gerobak dengan ukuran berbeda. Sampel hanya diambil sebanyak 2 gerobak karena dianggap dapat merepresentasikan densitas gerobak sampah yang digunakan pada TPS Tamansari. Densitas sampah pada gerobak umumnya berkisar antara 0,2 – 0,25 ton/m³[3], namun hal angka tersebut bisa berbeda karena nilai densitas sampah di gerobak bergantung pada pelayanan dan volume dari gerobak tersebut. Berikut merupakan perhitungan densitas sampah di gerobak:

Volume gerobak = 0,56 m³
 Berat sampah rata-rata = 53,7 kg/hari
 Densitas sampah di gerobak = Berat sampah/volume = (53,7 (kg/hari))/(0,56 m³) = 190,93 kg/m³

D. Komposisi dan Recovery Factor Sampah

Komposisi sampah di Kecamatan Bondowoso menggunakan data sekunder berupa data penelitian sebelumnya. Tabel 6 merupakan data komposisi sampah Kecamatan Bondowoso.

Nilai *recovery factor* merupakan persentase setiap komponen sampah yang dapat dimanfaatkan kembali atau didaur ulang. Selain dari angka tersebut merupakan residu yang memerlukan penanganan akhir berupa pembuangan akhir, penimbunan, atau pemusnahan sampah. Nilai *recovery factor* menggunakan data sekunder dari penelitian sebelumnya. Nilai *recovery factor* pada Tabel 7 digunakan untuk optimalisasi skenario 2, sedangkan pada skenario 1 nilai *recovery factor* bergantung kemampuan TPS dalam mereduksi sampah.

E. Analisis Area dan Persentase Pelayanan

Analisis area pelayanan dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan petugas pengumpul sampah di masing-masing TPS. Kondisi eksisting pelayanan TPS di Kecamatan Bondowoso menunjukkan tidak semua RT atau RW terlayani. Tingkat pelayanan pengumpulan sampah rumah tangga yang ada di TPS Kecamatan Bondowoso saat ini mencapai 59,47%. Hal ini tertera pada Tabel 8.

F. Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah dihitung berdasarkan data proyeksi jumlah penduduk, data timbulan sampah, dan densitas sampah yang telah dihitung sebelumnya serta target penanganan sampah pada tahun tersebut. Apabila diasumsikan bahwa timbulan sampah per orang per hari tetap yaitu sebesar 0,37 kg/orang.hari dan timbulan sampah SSRT yang berasal dari sampah pasar mengalami kenaikan 1,01%, sedangkan sampah kota, dan sekolah tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 3391,45 kg/hari. Tingkat kenaikan sampah pasar sebesar 1,01% didapatkan dari rata-rata kenaikan sampah pasar yang berasal dari beberapa daerah di Jawa Timur. Proyeksi timbulan sampah tertera pada Tabel 9.

Rencana kenaikan peningkatan pelayanan mempertimbangkan kenaikan penduduk Kecamatan Bondowoso setiap tahunnya. Tingkat pertumbuhan penduduk Kecamatan Bondowoso sebesar 0,87%, angka tersebut lebih rendah dibanding tingkat peningkatan pelayanan penanganan sampah sehingga dapat diasumsikan rata-rata peningkatan penanganan sampah setiap tahun sama, yaitu sebesar 2,71%. Rencana kenaikan pelayanan tertera pada Tabel 10.

G. Optimalisasi TPS di Kecamatan Bondowoso

Optimalisasi dapat berupa peningkatan potensi reduksi di TPS, penambahan rit pengangkutan, dan relokasi layanan sampah menuju TPS lain. Hal tersebut dilakukan untuk mencapai target pelayanan pada tahun 2030 sebesar 83,83%.

1) Analisis Kelayakan Pengembangan Kapasitas TPS

Peningkatan pelayanan di setiap TPS perlu memerhatikan beberapa parameter yaitu kemampuan TPS dalam menampung atau mengolah sampah pada tahun perencanaan. Oleh sebab itu, perlu adanya analisis mengenai kelayakan TPS untuk dikembangkan dari segi ketersediaan lahan dan lokasi maupun dari segi frekuensi rit truk pengangkut. Berdasarkan parameter tersebut, TPS yang dapat dikembangkan hanya TPS Tamansari dan Pasar Hewan.

2) Estimasi Kebutuhan Daya Tampung TPS

Persentase penduduk terlayani didapatkan berdasarkan kapasitas dan potensi pengembangan dari setiap TPS hingga akhir tahun perencanaan. Berikut merupakan contoh perhitungan rencana tingkat persentase pelayanan TPS pada tahun 2030:

Jumlah Penduduk Tahun 2030	= 83375
Jumlah KK Tahun 2030	= $83375/4 = 20844$ KK
Jumlah KK Tahun 2021	= 19273 KK
Jumlah KK yang Terlayani Tahun 2021	= 11462 KK
Target Pelayanan Tahun 2030	= 17474 KK
Jumlah pelayanan yang perlu ditingkatkan	= $17474 - 11462 = 6012$ KK

Dengan demikian, untuk mencapai target pelayanan sebesar 83,83% pada tahun 2030 maka, penambahan cakupan pelayanan harus mencapai 6012 KK jika ditinjau dari tingkat pelayanan TPS pada Tahun 2021. Peningkatan pelayanan akan diutamakan pada TPS-TPS yang berpotensi untuk dikembangkan.

Angka 0 pada kolom timbulan SSRT menunjukkan bahwa TPS tersebut tidak melayani fasilitas seperti sekolah, dll. Fasilitas pemerintahan atau sekolah memiliki kendaraan pengangkut sampah masing-masing dan langsung membuang sampah pada TPA.

3) Perbandingan Skenario Optimalisasi TPS

Perbandingan skenario dapat dilihat pada Tabel 11. Berdasarkan pertimbangan kedua skenario tersebut, dapat diamati bahwa yang paling *feasible* untuk diterapkan adalah skenario 1. Dengan persentase layanan yang sama, skenario 1 tidak membutuhkan penambahan lahan baru yang luas. Sehingga, pada perencanaan optimalisasi TPS Kecamatan Bondowoso ini yang dipilih adalah skenario 1.

4) Optimalisasi TPS Tamansari sebagai Pilot Project

TPS Tamansari memiliki rumah kompos yang tidak beroperasi. Rumah kompos tersebut memiliki luas 100 m². Sehingga pada perencanaan optimalisasi ini, rumah kompos tersebut akan dimanfaatkan dan dimaksimalkan untuk lahan pengolahan sampah berupa komposting dan penyimpanan sampah lapak. Kebutuhan luas lahan tertera pada Tabel 12.

Analisis *material balance* dilakukan untuk mengetahui dan memperkirakan besarnya potensi daur ulang sampah, volume residu yang akan diangkut menuju pemrosesan akhir serta nilai ekonomi dari sampah yang dapat di daur ulang. Analisis *material balance* TPS Tamansari dengan pengoptimalan berupa komposting dan pengolahan sampah lapak dapat dilihat pada Gambar 6.

5) Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja di TPS

Analisis kebutuhan tenaga kerja dihitung berdasarkan jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPS, komposisi sampah, densitas sampah, *recovery factor*, jam kerja tiap orang, kecepatan pemilahan, dan pengolahan sampah yang diterapkan pada TPS tersebut. Pada analisis ini, TPS yang dijadikan sebagai acuan adalah TPS Tamansari. Kebutuhan tenaga kerja di TPS tertera pada Tabel 13.

H. Analisis Biaya

Rencana anggaran biaya sebagai investasi awal pada proyek pembangunan fasilitas TPS Tamansari ditentukan berdasarkan biaya pengadaan bangunan yang terdiri dari

biaya pembangunan TPS yang meliputi pra-konstruksi (pembongkaran dan penyiapan lahan), konstruksi, dan pengadaan peralatan operasional. Perhitungan anggaran biaya didasarkan pada HSPK Jawa Timur tahun 2019 yang tercantum pada Lampiran Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 70 Tahun 2019 tentang Harga Satuan Pokok Kegiatan. Total biaya investasi untuk konstruksi dan pengadaan alat sebesar Rp 395.605.978.

Biaya operasional dan pemeliharaan didasarkan pada biaya satuan kegiatan pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Upah tenaga kerja didasarkan pada standar UMR Kabupaten Bondowoso dengan perhitungan per satuan jam kerja. UMR Kabupaten Bondowoso tahun 2022 adalah sebesar Rp 1.958.640,00. Total biaya operasional dan pemeliharaan per tahunnya sebesar Rp 199.721.640.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan ini yaitu timbulan sampah SRT 0,4 kg/orang.hari dan SSRT dari sampah pasar 0,34 kg/m². Untuk cakupan pelayanan TPS pada tahun 2021 mencapai 59,47% dengan total sampah SRT 16,9 ton dan SSRT 23,9 ton per harinya. Target pelayanan sampah pada tahun 2030 adalah 83,83%. TPS Tamansari dan Pasar Hewan

sebagai *pilot project* dalam perencanaan ini mampu meningkatkan tingkat pelayanan mencapai 100% terhadap kawasan kelurahan layanan TPS tersebut. Analisis terhadap potensi optimalisasi TPS Tamansari dan Pasar Hewan menunjukkan selain peningkatan persentase pelayanan, TPS berpotensi mereduksi sampah sebesar 11,05 m³ dan 12,05 m³.

Hasil optimalisasi TPS Tamansari sebagai *pilot project* dengan luas lahan 150 m² dengan kapasitas pengolahan berupa komposting dan penyimpanan sampah lapak sebesar 2,1 ton/hari. Dengan kapasitas sekian, TPS Tamansari membutuhkan biaya investasi untuk konstruksi dan pengadaan alat sebesar Rp 395.605.978 sedangkan untuk biaya operasional dan perawatan per tahunnya adalah Rp 199.721.640.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fatony, "Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso," Departemen Teknik Sipil, Universitas Jember, 2019.
- [2] I. R. Rahim, H. Nakayama, and T. Shimaoka, "Cost analysis of municipal solid waste management in major Indonesian cities," *J. Japan Soc. Civ. Eng. Ser. G (Environmental Res.*, vol. 68, no. 6, 2012.
- [3] E. Damanhuri and T. Padi, *Pengelolaan Sampah*. Bandung: ITB Press, 2010, ISBN: 978-602-7861-33-6.