
**INTEGRATED RISK BASED APPROACH (IRBA) DAN
PERENCANAAN KEBERLANJUTAN TEMPAT PEMROSESAN
AKHIR (TPA) GEDANGKARET KABUPATEN JOMBANG**

Muhammad Chumaidy Maimun Abdillah dan Tuhu Agung Rachmanto

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: tuhu.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan TPA yang baik adalah dengan menggunakan sistem *controlled landfill* atau *sanitary landfill*. Pada perencanaan rehabilitasi TPA Gedangkaret Jombang diadakan evaluasi kelayakan TPA dengan metode *Integrated Risk Based Approach (IRBA)* yang mengacu pada peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia nomor 3 Tahun 2013 lampiran V. TPA Gedangkaret saat ini masih dioperasikan dengan metode *controlled landfill* dimana dilakukan pengurangan pada saat sel telah penuh ataupun tanah yang digunakan untuk mengurug telah tersedia. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai indeks risiko TPA Gedangkaret secara keseluruhan aspek adalah 538,48. Secara garis besar, kegiatan rehabilitasi yang dapat dilakukan antara lain pencemaran air tanah (perencanaan sistem lapisan dasar dan penutup zona penimbunan), penggunaan masa mendatang (perencanaan zona penimbunan baru dan zona penimbunan sementara), timbunan sampah eksisting (stabilisasi lereng zona penimbunan dan perencanaan tanggul zona buang), pencemaran udara (perencanaan pengelolaan gas dan zona penyangga TPA), produksi air lindi (perencanaan konstruksi perpipaan air lindi dan pengelolaan menggunakan IPL).

Kata kunci: Tempat pemrosesan akhir, Gedangkeret, *Integrated risk based approach*.

ABSTRACT

A good landfill planning is to use a controlled landfill or sanitary landfill system. In the planning for the rehabilitation of the TPA Gedangkaret Jombang have an evaluation of the feasibility of the TPA was carried out using the Integrated Risk Based Approach (IRBA) method which refers to the regulation of the Minister of PUPR of the Republic of Indonesia number 3 of 2013, attachment V. Gedangkaret TPA is currently still operated by the controlled landfill method where the filling is carried out when the cells are full or the soil used for filling is available. The results of quantitative analysis show that the risk index value of the Gedangkaret Landfill in the overall aspects is 538.48. Broadly speaking, rehabilitation activities that can be carried out include groundwater contamination (planning of basement system and landfill zone cover), future use (planning of new landfill zones and temporary landfill zones), existing landfills (stabilization of slopes of landfill zones and planning of embankments. exhaust zone), air pollution (gas management planning and TPA buffer zone), leachate production (leachate pipeline construction planning and management using IPL).

Keywords: Landfill, Gedangkeret, *Integrated risk based approach*

PENDAHULUAN

Kabupaten Jombang merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Jombang memiliki tingkat kepadatan penduduk sebesar 38.556 jiwa/km². Kabupaten Jombang memiliki sejumlah 50 titik Tempat Penampungan Sementara yang tersebar pada 9 Kecamatan. Pengelolaan sampah di Kabupaten Jombang berakhir pada Tempat Pemrosesan Akhir Gedangkeret, Desa Banjardowo Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang. TPA ini mempunyai luas lahan sebesar 8,7 Ha yang telah beroperasi sejak tahun 1994 sesuai dengan SK Bupati Jombang Nomor 26 tahun 1993 tentang penunjukkan Lokasi TPA Jombang.

Perencanaan TPA yang baik adalah dengan menggunakan sistem *controlled landfill* atau *sanitary landfill*. Kedua sistem ini menggunakan lapisan penahan air lindi, saluran lindi, dan tanah sebagai penutup dari tumpukan sampah. Sistem *sanitary landfill* merupakan sistem TPA yang pada setiap akhir pengoperasian sampah ditutup dengan tanah untuk meminimalkan pengaruh terhadap kesehatan masyarakat (Tchobanoglous et al., 1993).

TPA Gedangkeret memiliki salah satu fasilitas penunjang yang belum dikelola dengan baik, diantaranya yaitu saluran parit dan kolam lindi yang berada disekitar TPA. Saluran parit tersebut banyak tertimbun sampah, tersumbat, dan sudah tidak terawat lagi. Kolam lindi yang berada dibelakang TPA hanya berfungsi untuk menampung air lindi saja tanpa ada proses pengelolaan lebih lanjut. Oleh sebab itu, perlu diadakan evaluasi kelayakan TPA dengan metode *Integrated Risk Based Approach (IRBA)* yang mengacu pada peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia nomor 3 Tahun 2013.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui *integrated risk based approach* TPA Gedangkeret Kabupaten Jombang serta merencanakan tindak lanjut hasil *integrated risk based approach* TPA Gedangkeret Kabupaten Jombang.

Wilayah perencanaan pada penelitian ini adalah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah yang berada pada Dusun Gedangkeret, Desa Banjardowo, Kecamatan Jombang. TPA ini menampung kurang lebih 62 Ton Sampah/hari.



Gambar-1: Peta tepat TPA Gedangkeret dan Lingkaran Radius 1 km

Metode penelitian ini membutuhkan beberapa data pendukung yang terdiri dari data primer dan data sekunder sebagai berikut :

- a. Data primer diperoleh melalui observasi secara langsung di area sampling meliputi : dimensi zona TPA, komposisi sampah, karakteristik lindi, permeabilitas tanah, kualitas air tanah, kualitas udara ambien CH₄, serta data hasil kuisisioner tingkat penerimaan masyarakat terhadap TPA.
- b. Selain data primer, adapun data pendukung yakni data sekunder yang meliputi : Jarak TPA terhadap sumber air terdekat, jarak TPA terhadap habitas (*wetland/* hutan/ konservasi), jarak TPA terhadap kota, data klimatologi TPA, jenis sampah (sampah perkotaan/pemukiman), jumlah sampah dibuang total, umur pengisian sampah, kelembapan sampah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penilaian Indeks Risiko TPA Gedangkeret Kabupaten Jombang

Hasil penjumlahan seluruh nilai indeks risiko yang telah dibobotkan adalah 538,48. Nilai ini menunjukkan bahwa TPA Gedangkeret Kabupaten Jombang memerlukan rehabilitasi. Pada rentang nilai 300 – 600 rehabilitasi seharusnya dilakukan dengan penambangan, namun sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 tahun 2013, jika lahan dari TPA masih memadai maka boleh tidak melakukan penambangan.

B. Perencanaan Rehabilitasi

Perencanaan rehabilitasi didasari dari evaluasi operasi eksisting TPA Gedangkeret. Beberapa parameter dalam TPA termasuk dalam golongan nilai yang buruk, sehingga harus dilakukan rehabilitasi terkait dengan hal tersebut. Daftar perencanaan rehabilitasi yang dilakukan meliputi : Stabilisasi tumpukan sampah; Zona buang sementara; Zona buang baru; Kontruksi drainase; Kontruksi perpipaan lindi; Pengelolaan gas; Instalasi pengolah lindi; dan Zona buffer.

C. Stabilisasi Tumpukan Sampah

Lereng direncanakan dengan perbandingan lebar dan tinggi adalah 1:1 untuk mempermudah proses operasi stabilisasi sampah yang telah ditimbun sejak lama. Antar sel satu sama lain diberi teras selebar satu meter sebagai jalan untuk suatu saat diperlukan sebagai keperluan monitoring timbunan sampah.

Tanggul direncanakan mempunyai lebar total 2,5 meter dengan tinggi 1 meter. Tanggul dibuat dari tanah yang dipadatkan. Antar sel dan tanggul diberi jarak untuk jalan dan saluran drainase agar air tidak terperangkap di dalam tanggul.

D. Zona Penimbunan Sementara

Kapasitas dari zona penimbunan eksisting jika digunakan secara ideal seharusnya hanya dapat digunakan selama 1 tahun sejak awal mula dibukanya zona tersebut yaitu pada akhir tahun 2018. Sehingga perlu segera dibuat perluasan zona penimbunan sementara untuk menampung sampah sampai dengan dibukanya zona baru untuk penampungan sampah selanjutnya.

Ketentuan ketinggian digunakan adalah 16 meter (kedalaman 4 meter, ketinggian 12 meter). Jumlah sel keatas permukaan tanah adalah 8 sel dengan ketinggian sel adalah 1,5 meter. Jumlah sel kebawah permukaan tanah adalah 4 sel dengan ketinggian sel adalah 1 meter. Faktor bentuk digunakan adalah 0,55. Volume timbunan dihitung dari proyeksi sampah yang didapatkan dengan menaikkan persentase jumlah sampah yang masuk sebesar 1% tiap tahun.

Tabel -1: Volume Sampah Timbunan Akumulasi Tahun 2023

Tahun	Volume Timbunan Sampah (m ³)	Akumulasi Volume (m ³)	Tanah Diperlukan (m ³)	Akumulasi dengan Tanah (m ³)
2018	44.154,80	44.154,80	8.830,96	52.985,76
2019	46.376,34	90.531,14	9.275,27	108.637,37
2020	48.621,33	94.997,67	9.724,27	166.982,97
2021	50.889,97	99.511,31	10.177,99	228.050,94
2022	53.182,48	104.072,45	10.636,50	291.869,92
2023	55.499,04	108.681,52	11.099,81	358.468,77

Volume akumulasi total yang didapatkan dari perhitungan proyeksi timbunan sampah adalah 358.468,77 m³. Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan perkiraan rumus luas lahan, sehingga didapatkan perkiraan lahan dibutuhkan untuk menampung sampah sampai dengan tahun 2022 adalah 4,1 Hektare.

E. Zona Penimbunan Baru

Zona penimbunan baru memerlukan lahan yang luas karena digunakan untuk menampung sampah sampai dengan tahun 2034. Perencanaan zona penimbunan baru memerlukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk dan timbunan sampah kota untuk mengetahui jumlah sampah dan luas lahan.

Tabel -2: Perhitungan Proyeksi Penduduk Kabupaten Jombang Sampai dengan Tahun 2034

Tahun	Jumlah Penduduk
2018	1.253.078
2019	1.260.086
2020	1.267.133
2021	1.274.219
2022	1.281.345
2023	1.288.511
2024	1.295.717
2025	1.302.963
2026	1.310.250
2027	1.317.577
2028	1.324.946
2029	1.332.356
2030	1.339.807
2031	1.347.299
2032	1.354.834
2033	1.362.411
2034	1.370.030

Timbulan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga dijumlahkan untuk mendapatkan volume sampah. Volume sampah dihitung dengan cara membagi nilai massa sampah total dengan massa jenis sampah yang telah dikompaksi yaitu 689,77 kg/m³. Penimbunan sampah dengan sistem *sanitary landfill* membutuhkan volume tanah sebesar sekitar 20% dari volume sampah total yang ditimbun. Volume tanah kemudian dijumlahkan dengan volume sampah tahunan dan diakumulasikan.

Tabel -3: Perhitungan Akumulasi Volume Sampah dan Tanah Tahun 2020 Sampai dengan Tahun 2034

Tahun	Volume Timbunan Sampah (m ³)	Tanah Diperlukan (m ³)	Akumulasi Total (m ³)
2023	57.839,85	11.567,97	69.407,82
2024	60.205,09	12.041,02	141.653,93
2025	62.595,00	12.519,00	216.767,93
2026	65.009,72	13.001,94	294.779,59
2027	67.449,54	13.489,91	375.719,04
2028	69.914,61	13.982,92	459.616,57
2029	72.405,11	14.481,02	546.502,70
2030	74.921,25	14.984,25	636.408,20
2031	77.463,33	15.492,67	729.364,20
2032	80.031,49	16.006,30	825.401,98
2033	82.625,93	16.525,19	924.553,10

Pada perencanaan zona penimbunan baru memerlukan penyesuaian terhadap lahan TPA *eksisting*. Zona penimbunan direncanakan 2 buah dengan luas zona satu sebesar 6 hektare yang direncanakan beroperasi selama 6 tahun dan zona dua sebesar 7 Ha yang direncanakan beroperasi 7 tahun.

Tabel -4: Perhitungan Zona Penimbunan Baru 1

Zona Penimbunan 1				
Sel	Tinggi (m)	Area Dasar (m ²)	Area Atas (m ²)	Volume (m ³)
-4	1	37.104,26	39.702,16	38.395,89
-3	1	43.284,4	46.059,87	44.664,95
-2	1	49.878,87	52.831,91	51.348,31
-1	1	56.887,68	60.018,29	58.446,00
1	1.5	60.018,29	55.350,91	86.503,29
2	1.5	51.345,88	47.001,93	73.736,86
3	1.5	43.284,4	39.263,89	61.886,73
4	1.5	25.833,86	32.136,78	43.392,06
5	1.5	28.995,23	25.637,93	40.949,06
6	1.5	22.814,31	19.818,45	31.948,22
7	1.5	17.316,11	14.681,69	23.971,19
8	1.5	12.500,63	10.227,66	17.017,73
Total Volume (m³)		572.260,29		
Total Kedalaman (m)		4		
Total Tinggi (m)		12		

Zona penimbunan baru satu mempunyai umur operasi selama enam tahun. Pembangunan zona penimbunan baru dua dilakukan pada tahun keempat atau tahun kelima operasional zona penimbunan satu agar pada saat umur penggunaan zona penimbunan baru satu habis, zona penimbunan baru dua dapat segera beroperasi.

Tabel -5: Perhitungan Zona Penimbunan Baru 2

Zona Penimbunan 2				
Sel	Tinggi (m)	Area Dasar (m ²)	Area Atas (m ²)	Volume (m ³)
-4	1	47.968,22	50.576,26	49.266,49
-3	1	54.153,45	56.911,2	55.526,62
-2	1	60.688,01	63.595,47	62.136,07
-1	1	67.571,88	70.629,05	69.094,83
1	1.5	70.629,05	66.067,36	102.503,27
2	1.5	62.133,72	57.844,71	89.964,65
3	1.5	54.153,45	50.137,13	78.198,59
4	1.5	46.688,26	42.944,61	67.205,10
5	1.5	39.738,12	36.267,16	56.984,14
6	1.5	33.303,06	30.104,78	47.535,70
7	1.5	27.383,06	24.457,46	38.859,74
8	1.5	21.978,12	19.325,21	30.956,18
Total Volume (m³)			748.231,37	
Total Kedalaman (m)			4	
Total Tinggi (m)			12	

Tanpa adanya reduksi sampah. TPA Gedangkaret direncanakan dapat menampung sampah sampai dengan tahun 2034. Dengan adanya skenario reduksi sampah, umur penggunaan TPA Gedangkaret dapat mencapai tahun 2041.

F. Kontruksi Drainase

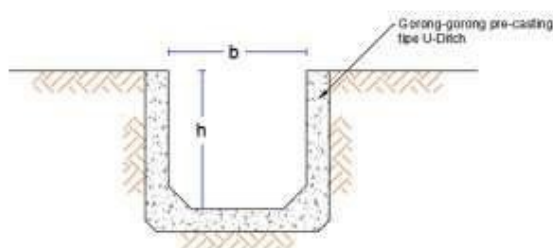
Perencanaan drainase suatu area diawali dengan melakukan analisis hujan untuk didapatkan rumus curah hujan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan pada area tersebut. Nilai intensitas hujan kemudian digunakan untuk menghitung debit hujan. Debit hujan digunakan untuk menghitung dimensi saluran drainase.

Tabel -6: Distribusi HHm per Jam Menurut Rangkang

Intensitas Hujan Terpilih					
2	5	10	25	50	100
5	287	587	776	1052	1555
10	239	410	542	734	1085
20	214	283	374	506	748
40	159	191	252	342	505
60	128	253	318	398	516
120	75	125	158	198	257
240	44	62	78	98	128

Hasil dari perhitungan lengkung intensitas hujan mendapatkan nilai metode dipakai untuk menghitung saluran drainase TPA dengan PUH 25 alah metode ishihiro dengan nilai a adalah 2.027,43 dan b adalah -0,5.

Drainase zona penimbunan memiliki nilai panjang limpasan terjauh (L_0) dengan slope (S_0) yang besar dibanding dengan drainase area lahan biasa. Selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas hujan limpasan dengan menggunakan rumus ishihiro PUH 25 yang telah didapatkan sebelumnya. Perhitungan akumulasi debit saluran harus memperhatikan kontur dimana arah aliran menuju sungai yang berada pada kontur terendah lahan TPA. Dimensi saluran direncanakan berbentuk seperti saluran eksisting yaitu bentuk U. Perhitungan dimensi saluran dilakukan menggunakan rumus Manning dengan perbandingan lebar dan tinggi saluran adalah 2:1.



Gambar-1: Ilustrasi Bentuk Saluran Drainase Rencana

G. Kontruksi Perpipaian Lindi

Direncanakan perpipaian lindi dengan pola tulang ikan, dengan alasan agar dapat menangkap aliran lindi yang berada pada tengah zona penimbunan. Pipa yang digunakan adalah jenis pipa HDPE 300 mm untuk pipa primer dan pipa HDPE 150 mm untuk pipa sekunder, pertemuan antara pipa primer dan sekunder diberi bak kontrol dengan ukuran panjang 50 cm lebar 50 cm dan tinggi 50 cm. yang dapat dihubungkan dengan ventilasi vertikal untuk perpipaian gas. Outlet pipa primer di zona penimbunan disambungkan menuju IPL dengan menggunakan dimensi pipa primer dengan kriteria slope 2%.

H. Pengelolaan Gas

Massa jenis gas metana memiliki nilai 0,7176 kg/m³ dan karbondioksida memiliki nilai 1,9783 kg/m³. Kemudian kedua volume gas dijumlahkan dan dibagi dengan nilai massa kering sampah total untuk didapatkan nilai gas terproduksi per ilogram sampah. Sehingga didapatkan volume gas.

Tabel -7: Volume Produksi Gas per Kilogram Sampah

Jenis sampah	Volume Metana (m3)	Volume Karbondioksida (m3)	Produksi Gas (m3/kg sampah)
Rapid Biodegradable	23,16	41,61	1,87
Slowly Biodegradable	13,56	22,7	2,18

Timbulan gas dihitung dengan metode triangular gas menurut Tchobanoglous, 1993. Pada metode ini digunakan kurva x (base) merupakan tahun dan kurva y (height / h) adalah laju gas. Tahun produksi gas pada sampah jenis RBW adalah sampai dengan 5 tahun, dan sampah jenis SBW adalah sampai dengan 15 tahun. Perhitungan h maksimum dilakukan menggunakan persamaan luas segitiga, sedangkan untuk h tahun-tahun lainnya menyesuaikan dengan h maksimum.

Pipa gas atau ventilasi gas digunakan untuk mengalirkan gas yang diproduksi oleh reaksi anaerobik dalam sampah menuju ke penampungan gas atau pembakaran gas agar tidak keluar bebas ke udara menjadi gas rumah kaca. Pada tugas akhir ini direncanakan ventilasi gas dengan kriteria sebagai berikut :

1. Pipa digunakan dengan material PVC diameter 165 mm.
2. Jarak antar pipa gas dalam satu lajur pipa lindi adalah maksimal 50 m.
3. Gas yang keluar dari ventilasi gas dibakar, atau jika sudah ada fasilitas penampungan dan pengolahan gas maka dialirkan menuju tampungan gas tersebut.
4. Ketinggian ventilasi gas mengikuti ketinggian timbunan sampah (setiap lapisan ditambah 50 cm).
5. Pipa ventilasi dipasang dari dasar TPA secara bertahap pada setiap lapisan sampah dan dihubungkan dari bak kontrol pipa penyalur lindi.

Gas yang telah dikumpulkan ditangani dengan alternatif pembakaran dengan metode flaring atau dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan menggunakan pengolahan secara terdepan. Metode Flaring direkomendasikan untuk digunakan pada pengolahan sementara gas TPA agar memastikan bahwa tidak ada emisi gas rumah kaca yang terlepas ke udara sehingga menimbulkan pencemaran udara.

I. Instalasi Pengolah Lindi

Direncanakan instalasi pengolah lindi baru untuk mengolah lindi dari zona baru. Instalasi pengolah lindi yang dipakai merupakan kolam-kolam stabilisasi yaitu kolam anaerobik, kolam aerasi, dan kolam maturasi.

Tabel -7: Spesifikasi Instalasi Pengolahan Lindi

Kolam Anaerobik	
Jumlah	2 Buah
Panjang	80 m
Lebar	40 m
Kealaman	4 m
Luas Area	3.200 m ²
Volume	12.800 m ³
Td cek	32,97 hari
Removal BOD	65, 14 %
Inlet BOD	10.000 mg/L
Outlet BOD Kolam 1	3.486,39 mg/L
Outlet BOD Kolam 2	1.215,49 mg/L
Kolam Aerasi	
V. Reaktor	670,51 m ³
Kedalaman Rencana	2 m
Luas Area	335,25 m ²
Panjang Rencana	26 m
Lebar Rencana	12 m
Aerator disarankan	Surface Aerator Ecomix 5 dengan kapasitas 2,8 kgO ₂ /jam 2 buah
Kolam Maturasi	
Jumlah	1 buah
Panjang	70 m
Lebar	35 m
Kedalaman	1 m
Luas Area	2.450 m ²
Volume	2.450 m ³
Td cek	6,311 hari
Removal BOD	58,464 %
Inlet BOD	121,55 mg/L
Outlet BOD	50,487 mg/L

J. Perencanaan Greenbelt

Pada tahun 2032, terjadi produksi gas karbondioksida maksimum tahunan pada TPA Gedangkaret dimana emisi yang dihasilkan oleh seluruh aktivitas dari TPA adalah sebesar 544,397 Ton. Diketahui bahwa keliling TPA Gedangkaret rencana adalah sepanjang 2.525 meter. Sehingga jika direncanakan penanaman pohon jati dengan jarak adalah 12 meter, maka terdapat sejumlah 73 pohon jati. Pohon jati yang ditanam mengelilingi TPA dengan jumlah sebanyak 73 dapat mereduksi sebanyak 4,13 TonCO₂ /hari atau 1501,25 TonCO₂/tahun.

K. Bill Of Quantity dan Rencana Anggaran Biaya

Rincian pekerjaan persiapan yang dilakukan serta rencana biaya yang harus dianggarkan adalah sebagai berikut :

Tabel -8: Rekapitulasi Total RAB

Jenis Kegiatan	Jumlah Harga
Pekerjaan persiapan	Rp. 2.247.750.000,00
Pekerjaan galian Timbunan sampah	Rp. 19.720.232.119,10
Pengadaan geomembran	Rp. 6.459.692.000,00
Pengadaan pipa lindi dan gas	Rp 415.070.193,75
Pekerjaan pipa lindi dan gas	Rp 417.185.230,57
Pengadaan saluran drainase	Rp 5.506.790.950,00
Pekerjaan saluran drainase	Rp 249.883.470,00
Pekerjaan oprasional TPA jalan	Rp 283.860.172,80
Pekerjaan IPL	Rp 1.267.932.247,45
Total	Rp. 36.893.160.586,31

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Tempat pemrosesan akhir sampah Gedangkaret Kabupaten Jombang telah beroperasi sejak tahun 1994. TPA Gedangkaret saat ini masih dioperasikan dengan metode *controlled landfill* dimana dilakukan pengurugan pada saat sel telah penuh ataupun tanah yang digunakan untuk mengurug telah tersedia. Beberapa bagian timbunan sampah juga telah dirug menggunakan tanah penutup. Pengelolaan gas yang dilakukan adalah dengan melakukan flaring gas metana TPA. Pengelolaan lindi TPA dilakukan dengan menggunakan kolam-kolam stabilisasi.

- Hasil analisis secara kuantitatif menggunakan metode penilaian indeks risiko menunjukkan bahwa nilai indeks risiko TPA Gedangkaret secara keseluruhan aspek adalah 538,48.
2. Secara garis besar, kegiatan rehabilitasi yang dilakukan dari hasil penilaian indeks risiko adalah berikut ini :
 - a. Pencemaran air tanah (perencanaan system lapisan dasar dan penutup zona penimbunan untuk meminimalisasi potensi air lindi untuk terinfiltrasi ke dalam tanah)
 - b. Penggunaan masa mendatang (perencanaan zona penimbunan baru dan zona penimbunan sementara)
 - c. Timbunan sampah *eksisting* (stabilisasi lereng zona penimbunan dan perencanaan tanggul zona buang)
 - d. Pencemaran udara (perencanaan pengelolaan gas dan zona penyangga TPA)
 - e. Produksi air lindi (perencanaan kontruksi perpipaan air lindi dan pengelolaan menggunakan IPL)
- Prihastini, L. (2011). Dampak Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Winongo Terhadap Kualitas Lingkungan Hidup. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes* 7, II.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues. In *McGraw-Hill*

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Q., Aziz, A., Yussof, S., Bashir, J. K., & Umar, M. (2010). Leachate Characterization In Semi-Aerobic and Anaerobic Sanitary Landfills : A comparative study. *Journal of Environmental Management*, 91.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan (SNI 19-3964-1994). In *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*.
- Damanhuri, E. (2006). *Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Bandung.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor/3/PRT/M/2013, Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga (2013).
- McDougall, F. R., White, P., Franke, M., & Hindle, P. (2001). *Integrated Waste Management: A Life Cycle Inventory* (2nd Editio). Blackwell Science.