

PRA-RANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN LINDI DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) NANGKALEAH KECAMATAN WANGUNREJA, KABUPATEN TASIKMALAYA

Nurcholis Salman¹, Nuraeni Cahyati Ningsih², Dini Aryanti³

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: nurcholissalman@umtas.ac.id ¹⁾; noeraenicahyati@gmail.com ²⁾; diniaryanti@gmail.com ³⁾

ABSTRAK

Kebakaran yang terjadi pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cinangsi pada tahun 2015 menyebabkan TPA Nangkaleah di Kec. Wangunreja, Kab. Tasikmalaya harus dioperasikan lebih cepat, walau pun TPA Nangkaleah belum dilengkapi beberapa fasilitas pengolahan akhir, di antaranya adalah unit pengolahan lindi. Desain awal unit pengolahan lindi TPA Nangkaleah dinilai jauh lebih kecil daripada total timbulan lindi dari sampah yang didatangkan dari area pelayanan TPA Cinangsi dan rencana area pelayanan TPA Nangkaleah. Dengan demikian diperlukan desain fasilitas pengolahan lindi yang memiliki kapasitas jauh lebih besar. Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan desain unit pengolahan lindi berdasarkan proyeksi timbulan sampah dari 2 (dua) area pelayanan, data curah hujan dan proyeksi timbulan lindi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proyeksi debit timbulan lindi adalah sebesar 0,94 m³/hari. Fasilitas pengolahan lindi yang direncanakan terdiri dari 2 (dua) unit kolam penampungan lindi dengan kapasitas masing – masing kolam sebesar 30 m³, kolam stabilisasi dengan kapasitas 20 m³, kolam aerasi dengan kapasitas 20 m³, kolam maturasi dengan kapasitas 15 m³, sistem resirkulasi lindi dan lahan basah (*wetland*). Fasilitas tersebut dinilai mampu menurunkan kadar pencemar lindi hingga memenuhi baku mutu lingkungan.

Kata Kunci: *Tempat Pembuangan Akhir Sampah, lindi, fasilitas pengolahan lindi, kadar pencemar, baku mutu lingkungan.*

ABSTRACT

A fire disaster that occurred at the Cinangsi sanitary landfill in 2015 leads the Nangkaleah sanitary landfill in Wangunreja, Tasikmalaya must be operated earlier, even though the Nangkaleah landfill has not been equipped with several final processing facilities, including a leachate processing unit. The initial design of the leachate treatment unit at the Nangkaleah landfill is considered to be much smaller than the total leachate generation from waste imported from the Cinangsi's service area and the planned Nangkaleah's landfill service area. Thus, it is necessary to design a leachate treatment facility that has a much larger capacity. The purpose of this study is to plan the design of leachate treatment units based on projections of waste generation from 2 (two) service areas, rainfall data, and projections of leachate generation. The results of this study indicate that the projected discharge of leachate at Nangkaleah landfill is 0.94 m³/day. The leachate processing facility that is planned consists of 2 (two) units of leachate storage ponds with a capacity of 40 m³ each, a stabilization pool with a capacity of 20 m³, an aeration pool with a capacity of 20 m³, a maturation pool with a capacity of 15 m³, a leachate recirculation system and wetland area. The facility is considered capable of reducing levels of leachate pollutants to meet environmental quality standards.

Keywords: *Landfill, leachate, leachate treatment facility, pollutant levels, environmental quality standards.*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pelayanan pengelolaan sampah menjadi salah satu perhatian pemerintah Kabupaten Tasikmalaya. Kondisi saat ini pelayanan hanya mencapai 30,8%. Pemerintah merencanakan adanya perbaikan sistem

pengelolaan persampahan dari mulai pelayanan pengangkutan, penambahan jumlah bank sampah, dan penambahan jumlah mobil pengangkut sampah. Revitalisasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Nangkaleah yang sejak tahun 2015 hingga tahun 2030 direncanakan

sebagai TPA yang akan melayani seluruh penduduk Kabupaten Tasikmalaya dengan sistem *sanitary landfill*.

TPA Nangkaleah pada awalnya direncanakan untuk dioperasikan pada tahun 2020. Musibah kebakaran yang menimpa TPA Cinangsi pada tahun 2015 menyebabkan TPA Nangkaleah harus dioperasikan lebih cepat. Hal ini membuat TPA Nangkaleah dioperasikan dalam kondisi infrastruktur yang masih belum memadai. TPA Nangkaleah tidak memiliki Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang sesuai dan dioperasikan dengan baik. Tidak adanya IPL telah menimbulkan dampak negatif bagi warga sekitar TPA Nangkaleah, seperti pencemaran yang terjadi pada sumber air tanah, dan area pesawahan sekitar TPA.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan fasilitas pengolahan lindi berdasarkan proyeksi timbulan lindi akibat total timbulan sampah dari 2 (dua) area pelayanan, yakni area pelayanan TPA Cinangsi dan rencana area layanan TPA Nangkaleah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Menurut Undang-Undang (UU) No. 18 tahun 2008 mengenai pengelolaan sampah, sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan definisi sampah tersebut dapat disimpulkan bahwa sampah merupakan bahan yang terbuang yang belum memiliki nilai ekonomis.

Sampah dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yang pertama adalah sampah rumah tangga yaitu sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga dan tidak termasuk tinja. Jenis yang kedua adalah sampah sejenis sampah rumah tangga yaitu sampah yang berasal dari kawasan komersil, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya. Sampah jenis yang ketiga adalah jenis sampah spesifik atau sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun, sampah hasil dari bongkaran bangunan dan sampah yang secara teknologi belum dapat diolah. (Tchobanoglous, 1993).

Berdasarkan tingkat penguraian, sampah pada umumnya dibagi menjadi dua macam (Hadiwiyoto, 1983):

1. Sampah organik, yaitu sampah yang mengandung senyawa-senyawa organik, karena tersusun dari unsur-unsur seperti C, H, O, N, dan sebagainya. Sampah organik umumnya dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme, contohnya sisa makanan, karton, kain, karet, kulit, sampah halaman.
2. Sampah anorganik, yaitu sampah yang bahan kandungannya bersifat anorganik dan umumnya sulit terurai oleh mikroorganisme. Contohnya kaca, kaleng, aluminium, debu, dan logam lainnya.

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat perkapita perhari, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan. Komposisi sampah menyatakan komponen-komponen yang terdapat pada sampah dan dinyatakan dengan % berat. (SNI 19-2425-2002). Data komposisi sampah diperlukan dalam penentuan peralatan yang diperlukan, sistem, dan manajemen program dan perencanaan. Timbulan sampah bisa dinyatakan dengan satuan volume dan satuan berat. (Pendey dan Tiwari, 2015).

Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi terhadap barang/material yang digunakan sehari-hari. Keberadaan volume sampah yang semakin hari semakin bertambah besar dapat mencemari tanah, udara dan air, sehingga dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan sampah yang baik dan benar yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir merupakan tempat pengelolaan sampah pada tahap akhir. Sampah yang timbul di sumber lalu dikumpulkan dan diangkut ke TPA. Sampah yang terkumpul di TPA diisolasi secara aman supaya tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar adalah solusi agar TPA tidak merusak lingkungan. (Reddy dkk, 2011).

TPA di Indonesia sebagian besar menggunakan sistem open dumping sehingga menimbulkan masalah pencemaran pada lingkungan, seperti pencemaran udara, bau tidak sedap, pertumbuhan vektor penyakit, pencemaran lindi, kebisingan, dan dampak sosial. (Damanhuri, 1995).

Aktivitas di TPA bukan hanya proses penimbunan sampah tetapi juga terdapat 4 (empat) aktivitas utama penanganan sampah, yaitu: Pemilahan sampah, daur ulang sampah anorganik, pengomposan sampah organik, dan penimbunan sampah residu di lokasi TPA.

TPA harus memiliki sarana dan prasarana yang dibutuhkan dari sebuah *sanitary landfill*, yaitu:

1. Memiliki lapisan pelindung (*liner*) untuk mencegah meresapnya lindi ke dalam tanah (Wong, 2009)
2. memiliki saluran pengumpul lindi dan bangunan pengolahan lindi dengan kapasitas yang memadai.
3. Memiliki sistem manajemen timbulan gas (Oweis dan Khera, 1998)
4. Memiliki sistem monitoring air tanah (Rowe dkk, 1998; Umar dkk, 2010)
5. Memiliki stabilitas yang cukup terhadap bahaya longsor (Dixon dan Jones, 2005; Taqwa dkk, 2017) dan penurunan (Oweiss, 2006)

2.3 Lindi (*Leachate*)

Lindi (*leachate*) adalah limbah cair yang dihasilkan ketika air hujan jatuh, mengalir dan meresap ke dalam sampah. Air limbah ini membawa material terlarut yang didapat dari sampah yang dilewatinya. Pada umumnya lindi bersifat asam, kaya akan bahan organik dan bersifat asam, mengandung ion sulfat, dan mempunyai konsentrasi logam yang tinggi. Lindi mempunyai bau khas yang tidak sedap. Apabila lindi meresap ke dalam tanah dan mencemari air

tanah maka sumber air di sekeliling *landfill* akan menjadi tercemar pula. Lindi terbentuk di setiap lokasi pembuangan sampah (Biehler dan Hagele, 1995). Pembentukan lindi merupakan hasil dari infiltrasi dan perkolasi (perembesan air dalam tanah) dari air hujan, air tanah, air limpasan atau air banjir yang menuju dan melalui lokasi pembuangan sampah (Nemerow dan Dasgupta, 1991).

Karakteristik lindi sangat bervariasi tergantung dari proses dalam TPA yang meliputi proses fisik, kimiawi, dan biologis. Mikroorganisme di dalam sampah akan menguraikan senyawa yang terdapat dalam sampah menjadi senyawa organik yang sederhana. Sedangkan senyawa anorganik seperti besi dan logam lainnya yang dapat teroksidasi. Karakteristik lindi yang khas pada TPA di Indonesia adalah mempunyai karakter asam dan mempunyai nilai COD yang tinggi (Damanhuri 2012).

Karakteristik lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis dan golongan sampah yang dibuang, kontinuitas pembuangan, parameter kimia yang terdapat dalam sampah, mikroba yang berperan, topografi lahan dan keseimbangan air di TPA.

Pengolahan lindi bertujuan untuk mengurangi beban lingkungan akibat masuknya komponen lindi ke lingkungan. Pengolahan lindi dapat dilakukan secara alami dan secara buatan (Alviandy Devri, 2003; Arofah dkk, 2012). Unit Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) di TPA biasanya terdiri dari kolam anaerobik, kolam aerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, lahan basah (*wetlands*), bak kontrol, dan sumur pantau.

Parameter baku mutu lindi diatur dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI. Syarat baku mutu tersebut diperlihatkan dalam **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1 Baku mutu air limbah di Indonesia

Sumber Acuan	Jenis	BODs mg/l	COD mg/l	pH	SS mg/l	Σ N Anorganik mg/l
Kepmen LH 03/91	Golongan I	20	40	6-9	100	10,88
	Golongan II	50	100	6-9	200	22
	Golongan III	150	300	6-9	400	38

Sumber Acuan	Jenis	BODs mg/l	COD mg/l	pH	SS mg/l	Σ N Anorganik mg/l
	Golongan IV	300	600	6-9	500	75
Kepmen LH 03/98	Air Limbah Industri	50	100	6-9	200	-
Kepmen LH 112/03	Air Limbah Domestik	100	-	6-9	100	-

Sumber: *Hukumonline*

Selain peraturan di atas, terdapat pula regulasi yang mengatur tentang baku mutu effluent pengolahan lindi, seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu effluent pengolahan lindi dan Peraturan Pemerintah RI no. 82 tahun 2001 tentang baku mutu air kelas IV. Kedua peraturan baku mutu tersebut diperlihatkan pada **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 2 Baku mutu air effluent lindi

Parameter	Sat.	Baku mutu	
		PermenLHK P.59/2016	Perpres RI 82/2001
Suhu	°C		±5 suhu lingkungan
TSS	mg/L	100	400
pH	-	6-9	5-9
N-total	mg/L	60	20
BOD	mg/L	150	12
COD	mg/L	300	100
Merkuri	mg/L	0,005	0,005
Kadmium	mg/L	0,1	0,01

Sumber: *Hukumonline*

Parameter tambahan lain yang dirasa diperlukan sebagai pertimbangan awal dalam penentuan desain unit pengolahan adalah daya hantar listrik, warna, dan temperatur lindi. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka pengolahan difokuskan untuk mengolah parameter-parameter di atas agar sesuai dengan baku mutu yang berlaku dan efluen pengolahan tidak membahayakan bagi masyarakat serta lingkungan di sekitar TPA Nangkaleah. Adapun pertimbangan lain adalah rencana pembuangan hasil pengolahan lindi menuju drainase pengairan persawahan atau lahan hijau di sekitar TPA.

Dengan direncanakannya hal tersebut, maka drainase pengairan sawah juga harus memperhatikan standar baku mutu untuk badan air (Stream standard) yang diperuntukkan untuk pengairan tanaman, di mana tercantum dalam Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 bahwa air untuk mengairi tanaman termasuk ke dalam air kelas IV dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Penentuan lokasi pengolahan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Damanhuri, 2008):

1. Ketersediaan lahan yang memadai
2. Lokasi yang apabila ditinjau dari topografinya memungkinkan untuk pengaliran secara gravitasi.
3. Lokasi terisolasi dari wilayah yang sudah dibangun atau memiliki potensi untuk dibangun di waktu yang akan mendatang.
4. Lokasi yang sering terjadi banjir tidak bisa dijadikan lokasi pengolahan.
5. Kemampuan lahan dalam mendukung struktur bangunan pengolahan.
6. Lokasi yang memiliki kemiringan yang baik.

Dengan memperhatikan faktor-faktor diatas, didapatkan lokasi instalasi pengolahan air lindi yaitu di sebelah utara TPA Nangkaleah. Sedangkan lokasi badan penerima adalah areal pesawahan. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas pertimbangan:

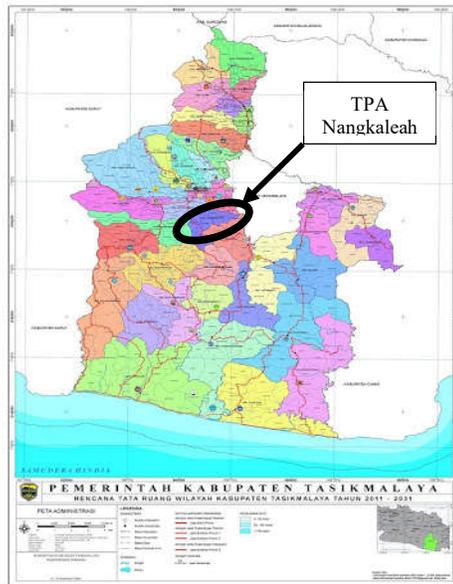
- a. Lokasi dekat dengan badan penerima (pesawahan dan area hijau).
- b. Luas lahan yang tersedia cukup memadai dan memungkinkan untuk perluasan.
- c. Memungkinkan untuk pengaliran gravitasi karena terletak pada daerah yang topografinya paling rendah dibandingkan titik yanglainnya.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu penelitian

TPA Nangkaleah terletak di Desa Sukasukur, Kec. Mangunreja, Kab. Tasikmalaya pada titik 07°22'56" LS dan 108°05'11,4" BT.

Luas TPA Nangkaleah adalah 7 Ha dengan kepemilikan lahan adalah milik Pemerintah Daerah Kabupaten Tasikmalaya dan sebagian lagi milik warga. Lahan yang dimiliki warga direncanakan akan dibebaskan dalam waktu dekat. Lokasi TPA Nangkaleah diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Sumber: (Buku data profil Kabupaten Tasikmalaya tahun 2018)

Gambar 1 Lokasi TPA Nangkaleah, Kab. Tasikmalaya.

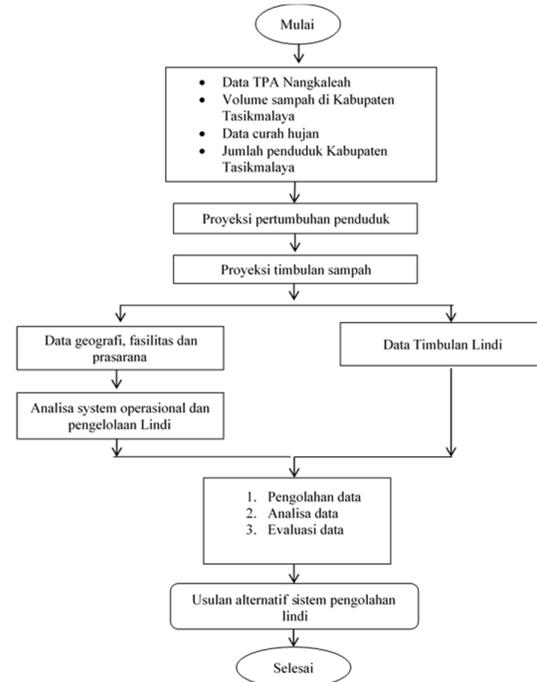
Kecamatan Mangunreja memiliki luas wilayah sebesar 2.964,14 m² dengan ketinggian wilayah 400–600 mdpl. Batas wilayah Kecamatan Mangunreja sebagai berikut:

Utara : Cigalontang, Singaparna
 Selatan : Tanjungjaya, Puspahiang
 Timur : Sukarame
 Barat : Salawu

3.2 Metodologi

Tahap penelitian diawali dengan pengumpulan data primer, berupa observasi lapangan dan wawancara untuk memperoleh data desain awal instalasi pengolahan lindi, dan profil TPA

Nangkaleah (data fasilitas, prasarana, dan pengelolaan operasional TPA Nangkaleah), serta pengambilan sampel untuk pengukuran kandungan lindi. Metode pengambilan air sampel mengacu pada SNI SNI 6989-59-2008 tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Pengumpulan data sekunder, berupa timbulan sampah tingkat Kab, Tasikmalaya, data curah hujan, kondisi geografis, data pemanfaatan lahan dan data topografi diperoleh dari instansi terkait. Selanjutnya adalah tahap pengolahan data, berupa proyeksi timbulan sampah berdasarkan data pertumbuhan penduduk, proyeksi timbulan lindi berdasar curah hujan, serta usulan perencanaan unit pengolahan lindi. Diagram alir penelitian diperlihatkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi sampah yang masuk ke TPA Nangkaleah

Data komposisi sampah diperlukan dalam penentuan peralatan yang diperlukan, sistem, dan manajemen program dan perencanaan. Hasil pengamatan komposisi sampah yang masuk ke TPA Nangkaleah selama 8 hari diperlihatkan pada **Tabel 3** di bawah ini.

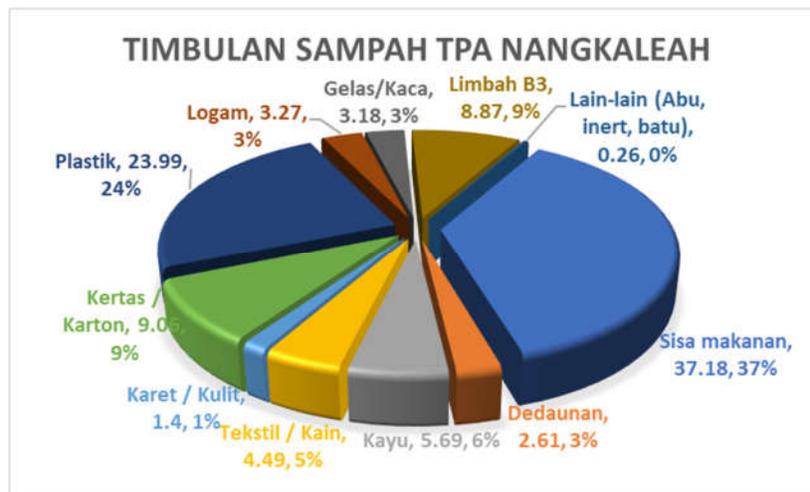
Tabel 3 Data komposisi sampah masuk TPA Nangkaleah

Jenis Sampah	Komposisi (%)								Rata-rata (%)
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Hari ke-8	
Sisa makanan	34,88	34,43	30,36	40,57	54,67	37,64	38,99	25,90	37,18
Dedaunan	2,75	2,51	2,92	3,81	1,48	0,68	5,36	1,34	2,61
Kayu	9,86	10,37	4,19	5,42	10,47	1,24	1,64	2,33	5,69
Tekstil / Kain	1,50	2,70	14,66	3,15	0,08	3,44	3,48	6,90	4,49
Karet / Kulit	1,57	1,26	1,42	1,49	0,08	1,56	1,88	1,93	1,40
Kertas / Karton	13,71	7,26	7,51	10,42	4,49	6,41	6,15	16,52	9,06
Plastik	22,61	27,26	20,71	27,89	19,4	27,42	21,95	24,68	23,99
Logam	7,25	6,71	2,08	1,85	2,88	1,95	0,48	2,96	3,27
Gelas/Kaca	0,97	0,72	6,13	0,83	0	4,49	1,21	11,07	3,18
Limbah B3	4,89	6,78	9,99	3,51	6,27	14,45	18,84	6,23	8,87
Lain-lain (Abu, inert, batu)	0	0	0,04	1,07	0,17	0,71	0	0,13	0,27
Total	100,00								

Sumber: Hasil pengamatan

Dari tabel di atas diperlihatkan bahwa 37,18% sampah yang masuk ke TPA Nangkaleah adalah berupa sisa makanan, dan 23,99% sampah

berupa sampah plastik. Komposisi sampah TPA Nangkaleah diperlihatkan pada **Gambar 3** di bawah ini.

**Gambar 3** Komposisi sampah TPA Nangkaleah

4.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk Kab. Tasikmalaya diperlihatkan pada **Tabel 4** di bawah ini.

Tabel 4 Jumlah penduduk Kab. Tasikmalaya

Tahun (x)	Jumlah Penduduk (y)
2007	1.381.984
2008	1.398.923
2009	1.415.343
2010	1.371.776
2011	1.384.734
2012	1.410.186
2013	1.407.405
2014	1.414.339

Tahun (x)	Jumlah Penduduk (y)
2015	1.420.372
2016	1.424.953
Σ	14.03.015

Sumber: Buku data profil Kabupaten Tasikmalaya tahun 2018.

Proyeksi pertumbuhan penduduk dilakukan dengan membandingkan metode linier, aritmatik, geometrik, ekponensial, dan logaritmik. Nilai yang dipilih adalah metode dengan tingkat kesesuaian (R^2) paling mendekati 1,00 dan nilai deviasi standar (SD) paling

rendah. Hasil perhitungan masing-masing metode diperlihatkan pada **Tabel 5** di bawah ini.

Tabel 5 Proyeksi pertumbuhan penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Proyeksi Penduduk (P_n)				
		Metode Linier	Metode Aritmatik	Metode Geometrik	Metode Eksponensial	Metode Logaritmik
2007	1.381.984	1.384,887,42	1.381.984,0	1.381.984	1.374.981,75	1.384.879,03
2008	1.398.923	1.388.912,77	1.386.280,9	1.388.835	1.391.889,87	1.388.911,59
2009	1.415.343	1.392.938,12	1.390.577,8	1.395.721	1.408.278,87	1.392.942,14
2010	1.371.776	1.396.963,47	1.394.874,7	1.402.640	1.364.680,72	1.396.970,69
2011	1.384.734	1.400.988,82	1.399.171,6	1.409.594	1.377.607,44	1.400.997,23
2012	1.410.186	1.405.014,18	1.403.468,5	1.416.582	1.403.280,14	1.405.021,77
2013	1.407.405	1.409.039,53	1.407.765,4	1.423.605	1.400.215,45	1.409.044,32
2014	1.414.339	1.413.064,88	1.412.062,3	1.430.663	1.407.117,75	1.413.064,86
2015	1.420.372	1.417.090,23	1.416.359,2	1.437.756	1.413.118,91	1.417.083,41
2016	1.424.953	1.421.115,58	1.420.656,1	1.444.884	1.417.667,93	1.421.099,96
Σ	10 tahun	1.403.015,00	14.013.201,0		13958586,72	14.030.015,0
r			4.297	0,004957649		
R²		0,999999018	0,999998997	0,999833468	0,99	1,00
SD		11870.98088	12000,51	17303,18551	1324325,733	1123,6998

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel di atas diperlihatkan bahwa proyeksi penduduk dengan metode logaritmik memiliki tingkat kesesuaian (R^2) sebesar 1,00 dan nilai deviasi (SD) paling rendah. Dengan demikian, jumlah penduduk dan proyeksi timbulan sampah 2018 - 2040 akan dihitung dengan menggunakan metode logaritmik.

4.3 Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi total timbulan sampah berdasarkan metode logaritmik pertumbuhan penduduk diperlihatkan pada **Tabel 6** di bawah ini.

Tabel 6 Proyeksi Timbulan Sampah tingkat Kabupaten Tasikmalaya 2018 - 2040

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Persen Pelayanan (%)	Penduduk Terlayani	Laju Timbulan Sampah (l/orang/hari)	Timbulan Sampah Permukiman (m ³ /hari)	Timbulan sampah non permukiman (m ³ /hari)	Total Timbulan Sampah (m ³ /hari)
2018	1,429,127	30.80	440,171	1.530	673.46	134.69	808.15
2019	1,433,138	33.80	484,401	1.561	755.96	151.19	907.15
2020	1,437,146	36.80	528,870	1.592	841.86	168.37	1,010.23
2021	1,441,153	39.80	573,579	1.624	931.29	186.26	1,117.55
2022	1,445,158	42.80	618,527	1.656	1,024.36	204.87	1,229.23
2023	1,449,160	45.80	663,715	1.689	1,121.18	224.24	1,345.41
2024	1,453,161	48.80	709,143	1.723	1,221.87	244.37	1,466.25
2025	1,457,160	51.80	754,809	1.757	1,326.57	265.31	1,591.88
2026	1,461,156	54.80	800,714	1.793	1,435.39	287.08	1,722.47
2027	1,465,151	57.80	846,857	1.828	1,548.47	309.69	1,858.17
2028	1,469,144	60.80	893,239	1.865	1,665.95	333.19	1,999.14
2029	1,473,135	63.80	939,860	1.902	1,787.95	357.59	2,145.55
2030	1,477,123	66.80	986,718	1.940	1,914.64	382.93	2,297.57
2031	1,481,110	69.80	1,033,815	1.979	2,046.15	409.23	2,455.37
2032	1,485,095	72.80	1,081,149	2.019	2,182.63	436.53	2,619.15
2033	1,489,078	75.80	1,128,721	2.059	2,324.24	464.85	2,789.09
2034	1,493,059	78.80	1,176,531	2.100	2,471.14	494.23	2,965.37
2035	1,497,038	81.80	1,224,577	2.142	2,623.50	524.70	3,148.20

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Persen Pelayanan (%)	Penduduk Terlayani	Laju Timbulan Sampah (l/orang/hari)	Timbulan Sampah Permukiman (m3/hari)	Timbulan sampah non permukiman (m3/hari)	Total Timbulan Sampah (m3/hari)
2036	1,501,015	84.80	1,272,861	2.185	2,781.48	556.30	3,337.77
2037	1,504,991	87.80	1,321,382	2.229	2,945.26	589.05	3,534.31
2038	1,508,964	90.80	1,370,139	2.273	3,115.01	623.00	3,738.01
2039	1,512,935	93.80	1,419,133	2.319	3,290.93	658.19	3,949.11
2040	1,516,904	96.80	1,468,363	2.365	3,473.19	694.64	4,167.83

Sumber: Hasil perhitungan

Sampah yang diangkut ke TPA Nangkaleah diperlihatkan pada **Tabel 7** di bawah ini

Tabel 7 Proyeksi Timbulan Sampah di TPA Nangkaleah

Tahun	Reduksi Sampah di sumber		Total setelah reduksi (m3/hari)	% Pengangkutan		Sampah diangkut ke TPS (m3/hari)	Reduksi Sampah		Sampah yang diangkut dari TPS ke TPA (m3/hari)	Reduksi Sampah	
	Bank Sampah	(%)		%	Penambahan		TPS 3R	(%)		Pemilahan di TPA	%
2018	1	1.00	666.73	60.00	60.00	240.02	15	15.0	128	20	20.0
2019	1	3.00	733.28	60.00	62.00	272.78	15	17.0	142	20	22.0
2020	1	5.00	799.77	60.00	64.00	307.11	15	19.0	155	20	24.0
2021	1	7.00	866.10	60.00	66.00	342.98	15	21.0	169	20	26.0
2022	1	9.00	932.16	60.00	68.00	380.32	15	23.0	183	20	28.0
2023	1	11.00	997.85	60.00	70.00	419.10	15	25.0	196	20	30.0
2024	1	13.00	1,063.03	60.00	72.00	459.23	15	27.0	210	20	32.0
2025	1	15.00	1,127.58	60.00	74.00	500.65	15	29.0	222	20	34.0
2026	1	17.00	1,191.37	60.00	76.00	543.27	15	31.0	234	20	36.0
2027	1	19.00	1,254.26	60.00	78.00	586.99	15	33.0	246	20	38.0
2028	1	21.00	1,316.10	60.00	80.00	631.73	15	35.0	257	20	40.0
2029	1	23.00	1,376.72	60.00	82.00	677.35	15	37.0	267	20	42.0
2030	1	25.00	1,435.98	60.00	84.00	723.73	15	39.0	276	20	44.0
2031	1	27.00	1,493.69	60.00	86.00	770.74	15	41.0	284	20	46.0
2032	1	29.00	1,549.67	60.00	88.00	818.22	15	43.0	291	20	48.0
2033	1	31.00	1,603.72	60.00	90.00	866.01	15	45.0	298	20	50.0
2034	1	33.00	1,655.66	60.00	90.00	894.06	15	47.0	296	20	52.0
2035	1	35.00	1,705.27	60.00	90.00	920.85	15	49.0	294	20	54.0
2036	1	37.00	1,752.33	60.00	90.00	946.26	15	51.0	290	20	56.0
2037	1	39.00	1,796.61	60.00	90.00	970.17	15	53.0	285	20	58.0
2038	1	41.00	1,837.86	60.00	90.00	992.44	15	55.0	279	20	60.0
2039	1	43.00	1,875.83	60.00	90.00	1,012.95	15	57.0	272	20	62.0
2040	1	45.00	1,910.26	60.00	90.00	1,031.54	15	59.0	264	20	64.0

Sumber: Hasil perhitungan

berdasarkan **Tabel 7** di atas, bahwa pada tahun 2040, kebutuhan lahan total untuk TPA adalah sebesar 59733,92 m² atau sebesar 5,97 Ha. Dengan ketersediaan lahan TPA sebesar 7 Ha, maka TPA masih mampu menampung timbulan sampah hingga akhir masa operasional di tahun 2040.

4.3 Hasil uji parameter lindi eksisting

Sampel lindi diambil dari 4 (empat) titik, yaitu air di atas timbunan sampah, ujung saluran pipa lindi, kolam penampung eksisting dan area persawahan warga. Hasil pengujian diperlihatkan pada **Tabel 8** di bawah ini.

Tabel 8 Perbandingan hasil pemeriksaan lindi dengan baku mutu

Parameter Uji	Titik pengambilan sampel				Baku Mutu PermenLHK P.59/2016
	Sampel 1 (timbunan sampah)	Sampel 2 (ujung saluran lindi)	Sampel 3 (kolam penampung)	Sampel 4 (Sawah desa Kerenceng)	
pH	7.06	8,21	6,35	6.57	6–9
Temperatur (°C)	35.1	31,2	34,5	35.9	-
Daya Hantar Listrik	1451	15,62	411	275	-
Warna (NTU)	1500	20.000	2.000	1500	-
TSS (mg/L)	50	184	55	32	100
DO (mg/L)	0.5	0,3	3,2	6.1	-
BOD (mg/L)	3	682,2	63	2.7	150
COD (mg/L)	8,46	13.153,8	413,8	234,6	300
N _{total} (mg/L)	<0.001	1.525	37,9	<0.001	-

Sumber: Ningsih, Nuraeni Cahyati.(2020).

Dari Tabel di atas dapat dilihat bahwa kualitas lindi pada sampel yang diambil dari ujung saluran lindi melebihi baku mutu pada parameter TSS, BOD, COD, dan N-total.

Nilai BOD yang sangat kecil pada kondisi TPA pada umumnya dapat disebabkan oleh area TPA yang sangat luas sehingga sudah terdapat sampah yang ditimbun sejak lama pada area TPA tersebut, sehingga sampel lindi yang diuji adalah sampel lindi dari area TPA berumur lama atau tercampur dengan sampel lindi dari area TPA yang sudah lama.

Pada titik kolam penampung yang telah dibangun pada tahun 2015 dari awal TPA Nangkaleah dioperasikan. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa lindi pada kolam penampung ini termasuk ke dalam lindi berumur kurang lebih dua tahun sejak TPA beroperasi. Kondisi lindi pada kolam penampung ini hanya didiamkan dan tidak diberikan perlakuan apapun. Penurunan yang terjadi pada beberapa parameter khususnya BOD dan COD dapat terjadi karena aktivitas biologis secara alami dalam waktu yang lama. Nilai parameter air tercemar di sawah kerenceng yang diuji tidak terlalu tinggi karena air di persawahan sudah lama tergenang dan kemungkinan tercampur dengan air hujan, sehingga telah terjadi pengenceran sehingga hasil laboratorium untuk parameter di atas menunjukkan hanya COD yang masih melebihi baku mutu yang seharusnya.

4.3 Perhitungan debit timbulan lindi

Perhitungan Perkiraan timbulan lindi menggunakan metode yang disebut Metode Neraca Air (*Water Balance Method*). Metode ini didasari oleh asumsi bahwa lindi hanya dihasilkan dari curah hujan yang berhasil meresap masuk ke dalam timbunan sampah (perkolasi).

Perkiraan debit lindi dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$Q = K \times 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

Dengan:

- Q : Debit timbulan lindi
- k : Faktor pendekatan (0,6 – 0,7)
- C : Koefisien pengaliran (0,3 – 0,4)
- I : Intensitas hujan (mm/hari)
- A : Luas permukaan timbunan

(sumber: Direktorat PLP, 1999 pada Saleh, 2012)

Dengan diketahui bahwa Intensitas hujan rata-rata (I) di stasiun pengukuran Kawalu adalah sebesar 202 mm/hari dan luas permukaan timbunan (A) adalah sebesar 59733,92 m², maka debit timbulan lindi adalah sebesar

$$Q = 0,7 \times 0,278 \times 0,4 \times 202 \times 59733,92$$

$$Q = 939.237,04 \text{ mm}^3/\text{hari}$$

$$Q = 939,24 \text{ ltr}/\text{hari} = 0,94 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.4 Desain instalasi pengolahan lindi (IPL)

1. Kolam penampung lindi untuk TPA Nangkaleah direncanakan dengan waktu detensi selama 30 hari. Dengan demikian tampungan total kolam adalah 28,2 m³,

sehingga, dimensi kolam tampungan direncanakan dengan panjang 5 m, lebar 3 m dan kedalaman 2 m, sehingga volume tampungan adalah sebesar 30 m^3 .

Kolam tampungan akan dibangun sebanyak 2 (dua) unit dengan dimensi yang sama. Kolam tampungan kedua akan diisi saat kolam tampungan pertama penuh.

2. Desain kolam stabilisasi

Kolam stabilisasi atau kolam oksidasi merupakan suatu kolam yang terdiri atas tanggul dengan aliran air buangan (influen) yang laminer sehingga menyebabkan terjadinya aktivitas mikroorganisme.

Kolam stabilisasi direncanakan dengan masa detensi selama 20 hari, dengan debit sebesar $1,0 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dengan demikian, tampungan direncanakan memiliki panjang 5 m, lebar 2 m dan kedalaman 2 m, sehingga volume tampungan adalah sebesar 20 m^3 . Kolam stabilisasi ini selain dapat menurunkan kadar BOD dan COD juga dapat menurunkan jumlah fecal coli yang ada dalam *leachate*. Namun untuk pengolahan lindi sebaiknya menggunakan kolam anaerobik/fakultatif karena sangat tingginya kadar BOD.

Adapun hasil pengolahan dari kolam stabilisasi ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian kandungan BOD pada TPA Nangkaleah adalah sebesar $3968,293 \text{ mg/liter}$ dan kandungan COD sebesar 8960 mg/liter
2. Setelah melalui tahap penyisihan di kolam stabilisasi maka diketahui kadar BOD = $1.322,76 \text{ mg/liter}$, dan kadar COD = $2986,67 \text{ mg/liter}$ atau biasanya mempunyai efisiensi antara 50-85%.

3. Desain kolam aerasi

Kolam aerasi merupakan kolam yang berfungsi mengoksidasi air buangan yang mana kebutuhan oksigennya dipenuhi dengan proses aerasi. Pada prinsipnya, fungsi pengolahan ini adalah mengonversi air buangan menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dengan cara oksidasi. Kolam aerasi direncanakan dengan masa detensi selama 10 hari, dengan debit sebesar

$1,0 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dengan demikian, tampungan direncanakan memiliki panjang 2,5 m, lebar 2 m dan kedalaman 2 m, sehingga volume tampungan adalah sebesar 20 m^3 . Setelah melalui tahap penyisihan di kolam aerasi maka kadar BOD akan berubah menjadi $264,55 \text{ mg/liter}$, dan kadar COD akan berubah menjadi $746,67 \text{ mg/liter}$.

4. Desain kolam maturasi

Sesuai dengan namanya, di kolam ini terjadi proses pematangan atau pembersihan terakhir air limbah dari pencemar berupa padatan tersuspensi, zat organik terlarut dan yang utama adalah reduksi bakteri. Kolam maturasi memiliki efisiensi 50%.

Kolam maturasi direncanakan dengan masa detensi selama 15 hari, dengan debit sebesar $1,0 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dengan demikian, tampungan direncanakan memiliki panjang 3 m, lebar 2,5 m dan kedalaman 2 m, sehingga volume tampungan adalah sebesar 15 m^3 .

5. Lahan basah (*wetlands*)

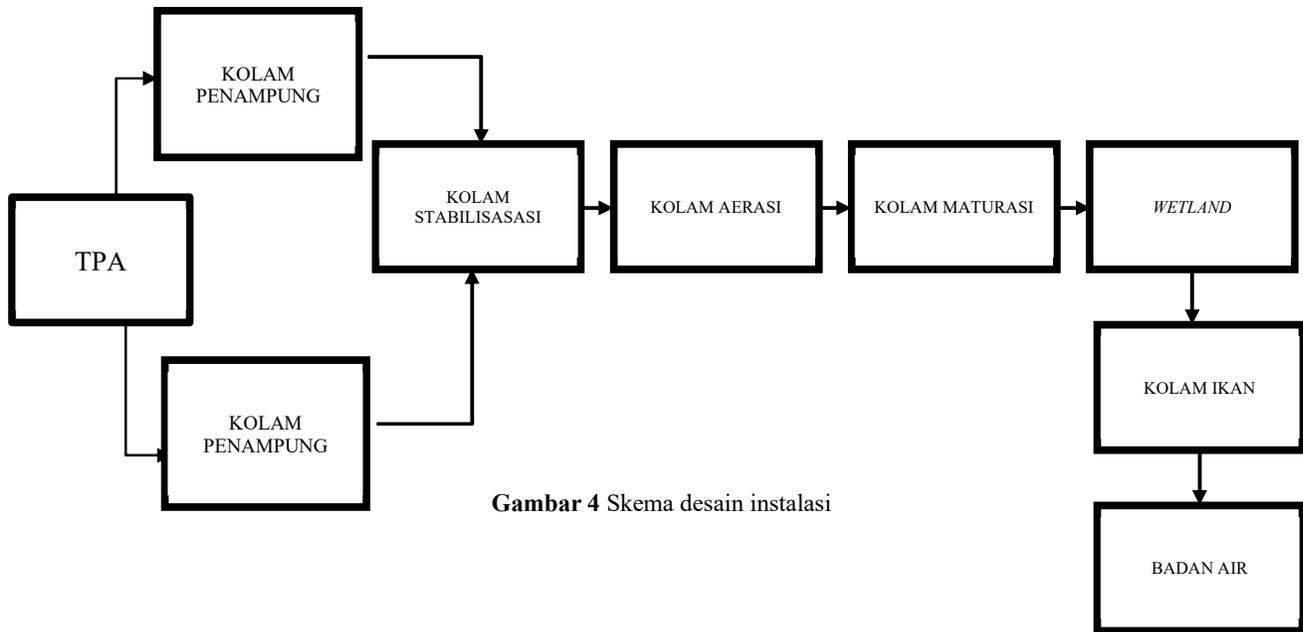
Metode *Constructed Wetland* adalah salah satu cara yang digunakan untuk pengolahan lindi yang memanfaatkan simbiosis mikroorganisme dalam tanah dan akar tanaman. Metode ini tidak memerlukan biaya yang tinggi dalam operasional dan pemeliharaannya karena berlangsung secara alamiah, sehingga dapat menjadi solusi untuk kendala biaya, teknis dan operasional sistem pengolahan konvensional.

Lahan basah direncanakan dengan masa detensi selama 4 hari, dengan debit sebesar $1,0 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dengan demikian, tampungan direncanakan memiliki panjang 4 m, lebar 2 m dan kedalaman 0,5 m, sehingga volume tampungan adalah sebesar 4 m^3 .

6. Kolam ikan

Kolam ikan dibangun sebagai kontrol alami terhadap hasil pengolahan limbah *leachate*. Kolam ikan direncanakan memiliki dimensi $2\text{m} \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$, dengan volume kolam 6 m^3 .

Skema rencana desain instalasi Instalasi Pengolahan Limbah (IPL) TPA Nangkaleah diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Skema desain instalasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, sebagai berikut:

1. Proyeksi timbulan sampah di tahun 2040 adalah 4.167,83 m³/hari, dengan akumulasi luas lahan yang dibutuhkan adalah sebesar 5,97 Ha. Proyeksi timbulan lindi adalah sebesar 0,94 m³/hari.
2. Desain fasilitas pengolahan lindi yang akan diterapkan di TPA Nangkaleah adalah kolam penampung, kolam stabilisasi, kolam aerasi, kolam maturasi, lahan basah (*wetland*) dan pelepasan ke badan air.
3. Dengan proses pengolahan, diharapkan dapat memenuhi baku mutu *effluent* limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59 /Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016.

5.2 Saran

Beberapa saran dan rekomendasi, sebagai berikut:

1. Timbulan lindi dari timbunan sampah lama perlu di periksa supaya perhitungan lebih mendekati dengan kondisi riil di lapangan.
2. Sumur pantau perlu dibuat di beberapa titik terutama di lahan TPA yang landai
3. Pemerintah perlu mengontrol sampah B3 yang masuk ke TPA Nangkaleah.

4. Perlu melakukan pengukuran pH air hujan agar bisa di analisis dan pengaruhnya terhadap pH lindi
5. Perlu pengukuran timbulan gas metan dan pengaruhnya terhadap kualitas lindi yang ditimbulkan

DAFTAR PUSTAKA

- Arofah, U., Warmadewanthi, I.D.A.A., Pandebesie, E.S. (2012). Pengaruh Resirkulasi Lindi terhadap Laju Degradasi Sampah di TPA Ngipik, Gresik. *Proceeding Scientific Conference IX Environmental Technology*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Badan Standardisasi Nasional (2002). SNI 19-2425-2002 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan.
- Biehler, M.J. dan S. Hägele. 1995. Treatment Process of Sanitary Landfill Leachates. *Natural Resources and Development*. Vol. 41 pp. 64–84.
- Damanhuri, E., (1995). *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Damanhuri, E. (2008) *Diktat Penanganan Lindi*, Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung.
- Devri, A. (2003). Pengelolaan Leachate di Tempat

- Pembuangan Akhir (TPA) Tompogunung, Kabupaten Semarang, Tesis, Universitas Diponegoro Semarang.
- Dixon, N. and Jones, D.R.V. (2005) Engineering Properties of Municipal Solid Waste. *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 23, 205-233.
- Hadiwiyoto, S. (1983). Penanganan dan Pemanfaatan Sampah. Jakarta: Yayasan Idayu.
- Kementerian Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1991). *Keputusan Menteri Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup Nomor KEP-03/MENKLH/II/1991 Tahun 1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan yang Sudah Beroperasi*.
- Kurniawan, F.R., Oktiwawan, W., Hadiwidodo, M.(2017). Perencanaan Detail Engineering Design (DED) Pengembangan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sukoharjo Kabupaten Pati. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6 (3) pp. 1 – 14.
- Lembaran Negara RI (2001). *Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Lembaran Negara RI (2008). *Undang-Undang No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*.
- Nemerow, N.L. and Dasgupta, A. (1991). *Industrial and Hazardous Waste Treatment*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ningsih, N.C. (2020). Pra Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Nangkaleah Kabupaten Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat. *Skripsi. Teknik Lingkungan. Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya*.
- Oweiss, I.S. (2006). Estimate of Landfill Settlements Due to Mechanical and Decompositional Processes. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Vol. 132 (5)
- Oweiss, I.S. dan Khera, R.P. (1998). *Geotechnology of waste management*. New York: PWS Publishing.
- Pandey, R.K., dan Tiwari, R.P. (2015). Physical Characterization and Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste. *IOSR Civil Engineering and Environmental* 2020 *Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. Vol. 12 (1) pp. 15 – 21.
- Pemerintah Kabupaten Tasikmalaya (2018). *Buku data profil Kabupaten Tasikmalaya tahun 2018*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu effluent pengolahan lindi.
- Reddy, K.R, et al (2011). Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste AT Different Phases of Biodegradation. *Water Management* Vol. 31. pp. 2275 – 2286.
- Rowe, R.K., Caers, C.J., Barone, F. (1988) Laboratory Determination of Diffusion and Distribution Coefficients of Contaminants Using Undisturbed Clayey Soil. *Canadian Geotechnical Journal*. Vol. 25, pp. 108 - 118.
- Saleh, C. (2012). Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Lindi sebagai Kontrol Pemenuhan Baku Mutu sesuai Kepmen 03/91 (Studi Kasus pada TPA Supit Urang Malang). *Media Teknik Sipil*, Vol. 10 (2) pp.87 – 94.
- Taqwa, F.M.L., Kholik, M., Syaiful, S. (2017). Perhitungan Faktor Keamanan dan Pemodelan Lereng Sanitary Landfill dengan Faktor Keamanan Optimum di Klapanunggal, Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/1427>
- Tchobanoglous, G., (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. New York: Mc. Graw-Hill.
- Umar, M., Aziz, H.A., Yusoff, M.S. (2010). Variability of Parameters Involved in Leachate Pollution Index and Determination of LPI from Four Landfills in Malaysia. *International Journal of Chemical Engineering*. Vol. 1 pp. 1 – 6.
- Wong, W.W.Y. (2009) Investigation of the Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste as A Function of Placement Conditions. *Thesis*. California Polytechnic State University.

