

PERENCANAAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH KABUPATEN BARITO KUALA DENGAN SISTEM ANAEROBIC BIOREACTOR LANDFILL (ABL)

PLANNING FOR THE FINAL WASTE PROCESSING SITE (TPA) OF BARITO KUALA REGENCY
WITH ANAEROBIC BIOREACTOR LANDFILL (ABL) SYSTEM.

Muhammad Syahirul Alim², Azmul Gazali Fikri¹, Muhammad Abrar Firdausy²,
Muhammad Firmansyah²

¹ Mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik ULM, Jl. A, Yani. Km. 36
Banjarbaru

² Dosen Fakultas Teknik ULM, Jl. A, Yani. Km. 36 Banjarbaru

E-mail : 1810815210006@mhs.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang pesat, serta pembangunan yang berlangsung, tidak hanya berdampak positif pada perubahan ekonomi, tetapi juga memberikan dampak negatif pada masyarakat, seperti kerusakan lingkungan akibat masalah sampah. TPA Tabing Rimbah mendekati kelebihan kapasitas, sehingga diperlukan perluasan atau penambahan tempat pembuangan sampah baru. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk mengetahui jumlah sampah yang berat di TPA Tabing Rimbah Kabupaten Barito Kuala, serta merencanakan TPA dengan sistem Anaerobik Bioreactor Landfill (ABL). Selama periode perencanaan TPA selama 10 tahun (2022-2031), perkiraan total volume timbunan sampah mencapai 954.677,49 m³. Tinggi rencana blok adalah 12 meter dan terdiri dari 2 blok penimbunan. Jumlah lindi setelah direkulasikan adalah 468,17 m³/hari untuk blok 1 dan 886,99 m³/hari untuk blok 2, yang kemudian diolah menggunakan metode kolam stabilisasi dalam instalasi pengolah lindi (IPL). Timbulan gas dari tempat pembuangan sampah mencapai 0,846 m³/hari, yang jika dimanfaatkan sebagai energi listrik, dapat menghasilkan daya sebesar 4,016 MW.

Kata kunci: anaerobic bioreactor landfill (ABL), gas landfill, resirkulasi lindi, tempat pemrosesan akhir (TPA)

ABSTRACT

The rapid population and economic growth, along with ongoing development, have both positive and negative impacts on society, including environmental damage due to waste. TPA Tabing Rimbah is nearing capacity, requiring expansion or a new landfill. The objective is to determine the waste weight in TPA Tabing Rimbah and plan an Anaerobic Bioreactor Landfill (ABL) system. Over a 10-year period (2022-2031), an estimated 954,677.49 m³ of waste will accumulate. The planned blocks consist of 2 landfill blocks at 12 meters height. After recirculation, block 1 has 468.17 m³/day, and block 2 has 886.99 m³/day, treated using biological methods in a leachate treatment facility (IPL). Landfill gas reaches 0.846 m³/day, which, if utilized for electricity, generates 4.016 MW power.

Keyword: Anaerobic Bioreactor Landfill (ABL), Final Processing Waste, Landfill Gas, Leachate Recirculation

1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan pembangunan memiliki dampak positif dan negatif bagi masyarakat. Salah satu dampak negatifnya adalah kerusakan lingkungan akibat masalah sampah (Atita, 2020). Sampah merujuk pada bahan-bahan yang tidak lagi berguna dan dibuang. Jika sampah tidak dikelola dengan baik, hal itu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, kerusakan tanah, air tercemar, dan penyebaran penyakit.

Kabupaten Barito Kuala merupakan salah satu wilayah administratif tingkat II di Provinsi

Kalimantan Selatan. Kondisi ini berdampak pada berbagai sektor yang terkait dengan pemenuhan kebutuhan masyarakat, termasuk infrastruktur perkotaan dan pengelolaan sampah. Hal ini terkait dengan masalah sampah yang erat hubungannya dengan perkembangan demografi dan perilaku masyarakat dalam penanganan sampah yang ada.

TPA Tabing Rimbah digunakan sebagai tempat penimbunan dan pengelolaan sampah dengan pendekatan edukasi lingkungan. Metode pengelolaan sampah yang digunakan di TPA Tabing Rimbah adalah *Controlled Landfill*. TPA Tabing Rimbah mendekati batas kapasitasnya, dengan rencana tinggi 12 meter tetapi saat ini hanya mencapai 10 meter, sehingga memerlukan solusi agar operasionalnya tetap berjalan. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan perencanaan ulang terkait sistem pengolahan sampah di TPA Tabing Rimbah. Salah satu sistem yang sedang berkembang saat ini adalah *Anaerobic Bioreactor Landfill* (ABL), di mana proses penguraian sampah dalam landfill berlangsung lebih cepat, meningkatkan efisiensi lahan, memperpanjang usia operasional landfill, dan menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi baru.

2. Metode Perencanaan

2.1 Rancangan Perencanaan

Langkah awal melibatkan pengumpulan data dan studi literatur terkait perencanaan sebagai referensi. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, mencakup volume sampah, peta topografi, dan kondisi TPA Tabing Rimbah, Kabupaten Barito Kuala. Data sekunder diperoleh dari studi literatur dan instansi terkait, meliputi kondisi wilayah, curah hujan, jumlah penduduk, dan sistem pengelolaan TPA Tabing Rimbah.

Selanjutnya, data tersebut akan dianalisis untuk proyeksi jumlah penduduk, curah hujan, dan estimasi sampah yang akan masuk ke TPA. Berdasarkan analisis tersebut, dilakukan perencanaan TPA dengan menghasilkan desain *Anaerobic Bioreactor Landfill* (ABL), sistem drainase, pengumpulan dan resirkulasi lindi, pengumpulan gas, serta BOQ dan anggaran biaya.

2.2 Lokasi Perencanaan

Lokasi yang dipilih untuk perencanaan ini adalah TPA Tabing Rimbah di Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Untuk mendapatkan data mengenai kondisi wilayah, kami berkoordinasi dengan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Sedangkan, data mengenai curah hujan kami peroleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kalimantan Selatan.

2.3 Peralatan Perencanaan

Perangkat yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi laptop serta perangkat lunak seperti *Microsoft Excel*, *QGIS*, dan *AutoCAD*. Sementara itu, bahan yang diperlukan dalam perencanaan ini mencakup volume timbulan sampah, peta topografi, data curah hujan, jumlah penduduk, dan informasi mengenai sistem pengelolaan TPA

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan populasi di Kabupaten Barito Kuala, terutama di Kecamatan Barambai, Kecamatan Marabahan, Kecamatan Bakumpai, Kecamatan Rantau Bedauh, Kecamatan Mandastana, Kecamatan Jejangkit, Kecamatan Alalak, Kecamatan Anjr Pasar, Kecamatan Anjri Muara, dan Kecamatan Cerbon (wilayah pelayanan) di masa lalu memiliki dampak signifikan terhadap jumlah penduduk di masa depan. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Barito Kuala, seperti Metode Aritmatik, Metode Geometrik, Metode Regresi Linier, Metode Eksponensial, dan Metode Logaritmik. Berdasarkan perhitungan, metode eksponensial memberikan nilai r yang mendekati 1, sehingga metode ini digunakan untuk mengestimasi pertumbuhan populasi.

Tabel 3. 1 Hasil Proyeksi Penduduk Metode Exponensial

No	Tahun	Proyeksi Penduduk
	2021	203.583
1	2022	206.661
2	2023	209.819
3	2024	213.026
4	2025	216.282
5	2026	219.588
6	2027	222.944
7	2028	226.351
8	2029	229.811
9	2030	233.323
10	2031	236.889

3.2 Proyeksi Timbulan Sampah

Dalam perencanaan teknis Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah di Kabupaten Barito Kuala, perhitungan timbulan sampah mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3964- 1994 mengenai spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang. Oleh karena itu, untuk perencanaan TPA Kabupaten Barito Kuala pada periode 2022-2031, volume timbulan sampah yang digunakan adalah sebesar 2,75 liter per orang per hari dengan berat sebesar 0,70 kilogram per orang per hari.

Tabel 3. 2 Hasil perhitungan proyeksi timbulan sampah

No	Tahun	Proyeksi Penduduk	Penduduk terlayani			Proyeksi Timbulan			
			%	Jiwa	Domestik (T=2,75 lt/hr)	Domestik (m3/hati)	Sampah Non Domestik (m3/hari)	Total Sampah (m3/hari)	Total Sampah (m3/tahun)
	2021	203.583	14,00	2850162	559853,250	559,853	111,97065	671,824	245215,72
1	2022	206.661	20,60	4257213,695	568317,362	568,317	113,6635	681,981	248923,00
2	2023	209.819	27,20	5707087,483	577003,330	577,003	115,4007	692,404	252727,46
3	2024	213.026	33,80	7200285,577	585822,051	585,822	117,1644	702,986	256590,06
4	2025	216.282	40,40	8737793,609	594775,555	594,776	118,9551	713,731	260511,69
5	2026	219.588	47,00	10320617,22	603865,901	603,866	120,7732	724,639	264493,26
6	2027	222.944	53,60	11949782,43	613095,181	613,095	122,6190	735,714	268535,69
7	2028	226.351	60,20	13626336,05	622465,517	622,466	124,4931	746,959	272639,90
8	2029	229.811	66,80	15351346,07	631979,067	631,979	126,3958	758,375	276806,83
9	2030	233.323	73,40	17125902,03	641638,019	641,638	128,3276	769,966	281037,45
10	2031	236.889	80,00	18951115,48	651444,595	651,445	130,2889	781,734	285332,73

3.3 Proyeksi Sampah Masuk Ke TPA

Sebagian dari sampah yang dihasilkan oleh kegiatan domestik maupun non-domestik di Kabupaten Barito Kuala tidak langsung masuk ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Hal ini disebabkan oleh tingkat layanan persampahan yang ada serta faktor reduksi yang terjadi di TPA. Dalam perhitungan volume sampah yang masuk ke TPA, kami mengurangi jumlah total sampah yang dihasilkan setiap harinya dengan asumsi adanya kegiatan daur ulang sebesar 10% dan proses komposting sebesar 20%.

Tabel 3. 3 Hasil perhitungan proyeksi volume sampah

No	Tahun	Total sampah (m3/hari)	Persentase Pelayanan (%)	Masuk ke TPA (m3/hari)	Jumlah Sampah yang Terangkut ke TPA			
					Pengolahan 3R (m3/hari)		Ke landfill	
					Reuse-Recycle (10%)	Komposting (20%)	(m3/hari)	(m3/tahun)
	2021	671,824	14,00	94,06	9,41	18,81	65,84	24031,14
1	2022	681,981	20,60	140,49	14,05	28,10	98,34	35894,70
2	2023	692,404	27,20	188,33	18,83	37,67	131,83	48119,31
3	2024	702,986	33,80	237,61	23,76	47,52	166,33	60709,21
4	2025	713,731	40,40	288,35	28,83	57,67	201,84	73672,71
5	2026	724,639	47,00	340,58	34,06	68,12	238,41	87018,28
6	2027	735,714	53,60	394,34	39,43	78,87	276,04	100754,59
7	2028	746,959	60,20	449,67	44,97	89,93	314,77	114890,45
8	2029	758,375	66,80	506,59	50,66	101,32	354,62	129434,87
9	2030	769,966	73,40	565,15	56,52	113,03	395,61	144397,04
10	2031	781,734	80,00	625,39	62,54	125,08	437,77	159786,33

3.4 Desain TPA

3.4.1 Kebutuhan Lahan

Perhitungan kebutuhan lahan untuk Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dimulai dengan menghitung kebutuhan *daily cover*. Tujuannya adalah untuk menentukan rasio antara volume timbunan sampah dengan luas *daily cover* yang digunakan setiap harinya. Dalam perencanaan ini, terdapat dua blok penimbunan sampah di dalam area *landfill*. Setiap blok penimbunan tersebut digunakan untuk menimbun sampah selama periode pelayanan selama 5 tahun (tahun 2022-2031).

Tabel 3. 4 Perhitungan Dimensi Sel Sampah Tiap Blok Penimbunan

Blok	Volume sampah (m3/tahun)	Sampah Terkompaksi (m3/hr)	Sel 1			Sel 2			
			L	h	Wa=Wb	L	b	Wb2	Wa2
I	305414,20	59,16	17,3	0,5	6,84	17,3	0,5	5,84	3,84
II	649263,29	125,77	17,3	0,5	14,53	17,3	0,5	13,53	11,53

Tabel 3. 5 Hasil analisa kebutuhan lahan

Blok	Volume Sampah Terkompaksi		Kebutuhan Daily Cover Soil (m3)	Total Timbulan (m3)	Kebutuhan Lahan (m2)
	M3/hari	M3/tahun			
I	59,16	107.969,01	35.989,67	143.958,68	12.304
II	125,77	229.525,39	76.508,46	306.033,86	26.157
	Total kebutuhan Daily Cover		112.498,14		

Rata-rata Kebutuhan Lahan	19.230
Total kebutuhan lahan	38.461

Berdasarkan perhitungan diatas, maka luas lahan yang diperlukan untuk 2 blok penimbunan adalah 38.461 m² untuk 10 tahun pelayanan.

3.5 Resirkulasi Lindi

Perencanaan resirkulasi lindi akan dilakukan secara bertahap sesuai dengan jumlah timbulanlindi yang dihasilkan oleh sampah (dalam 4 lapisan) dalam setiap periode pengisian landfill. Dalam perencanaan ini, sebanyak 70% dari volume timbulan lindi awal yang dihasilkan akan diresirkulasikan kembali ke dalam *landfill*.

Tabel 3. 6 Timbulan Lindi Tiap Blok pada Musim Penghujan

Blok	Periode Timbulan Lindi							
	Akhir Tahap I	Akhir Tahap II	Akhir Tahap III	Akhir Tahun Ke II	Akhir Tahun Ke III	Akhir Tahun Ke IV	Akhir Tahun Ke V	Akhir Tahun Ke VI
I	217,99	398,37	399,06	400,99	131,51	130,36	128,94	128,82
II	463,41	846,87	848,33	852,44	279,57	277,12	274,10	273,85

Tabel 3. 7 Timbulan Lindi Tiap Blok pada Musim kemarau

Blok	Periode Timbulan Lindi							
	Akhir Tahap I	Akhir Tahap II	Akhir Tahap III	Akhir Tahun ke II	Akhir Tahun ke III	Akhir Tahun ke IV	Akhir Tahun Ke V	Akhir Tahap Ke VI
I	87,61	96,95	98,41	100,88	99,90	98,77	97,38	97,27
II	186,25	206,10	209,21	214,46	212,38	209,98	207,02	206,77

Berdasarkan data timbulan lindi awal ini, maka didapat debit lindi yang diresirkulasikanyang dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3. 8 Debit Resirkulasi Lindi Blok I

BLOK 1	Q Lindi		Q Resiskulasi	
	m3/hari	lt/dtk	lt/dtk	m3/hari
Akhir tahap I	217,89	2,52	1,77	152,5
Akhir tahap II	398,22	4,61	3,23	278,7
Akhir tahap III	398,97	4,62	3,23	279,2
Akhir tahun ke II	400,90	4,64	3,25	280,6
Akhir Tahun ke III	131,44	1,52	1,06	92,0
Akhir Tahun Ke IV	130,32	1,51	1,06	91,2
Akhir Tahun Ke V	128,93	1,49	1,04	90,2
Akhir Tahun Ke VI	128,82	1,49	1,04	90,1

Tabel 3. 9 Debit Resirkulasi Lindi Blok II

BLOK II	Q Lindi		Q Resirkulasi	
	m3/hari	lt/dtk	lt/dtk	m3/hari
Akhir tahap I	463,20	5,36	3,75	324,4
Akhir tahap II	846,56	9,80	6,86	592,8
Akhir tahap III	848,14	9,82	6,87	593,8
Akhir tahun ke II	852,25	9,86	6,90	596,7
Akhir Tahun ke III	279,43	3,23	2,26	195,7
Akhir Tahun Ke IV	277,04	3,21	2,24	193,9
Akhir Tahun Ke V	274,09	3,17	2,22	191,8
Akhir Tahun Ke VI	273,85	3,17	2,22	191,7

3.6 Kolam Pengumpul Lindi (Storage)

Dalam perencanaan ini, hanya diperlukan satu unit storage yang akan melayani baik blok I maupun blok II. Oleh karena itu, dalam perhitungan kapasitas storage, digunakan volume debit yang akan diresirkulasikan pada blok yang memiliki debit terbesar. Debit yang diresirkulasikan pada blok I adalah 280,69 m3/hari, sementara debit yang diresirkulasikan pada blok II adalah 596,71 m3/hari. Oleh karena itu, kapasitas storage yang direncanakan harus mampu menampung kebutuhan debit resirkulasi pada blok II. Setelah lindi dikumpulkan selama satu hari dalam *storage*, lindi akan dialirkan kembali ke *landfill* melalui pipa resirkulasi lindi. Terdapat total 7 pipa resirkulasi lindi yang digunakan. Sebelum lindi dialirkan ke pipa resirkulasi lindi, lindi akan mengalir masuk ke dalam pipa *storage* resirkulasi dengan bantuan pompa.

Tabel 3. 10 Diameter dan Kebutuhan Lahan *Storage*

Blok	Q (m3/jam)	Td (hari)	Volume (m3)	h (m)	Diameter (m)	D Terpakai (m)	Kebutuhan Lahan (m2)
I - II	596,58	1	596,58	3	15,92	16	200,96

Tabel 3. 11 Perhitungan Dimensi Pipa *Storage* ke *landfill*

Blok	Timbulan lindi (Q tiap pipa)		Q/Qfull	Qfull		v	A	d	D terpasang	V cek	Slope	
	m ³ /hari	m ³ /d		m ³ /dt	m/d							m ²
I	596,71	0,0828	0,97	0,085	1	0,085	0,3	12,9	13,	0,3	0,99	0,00
II	-	8	-	44	1	44	30	79	0	30	7	5

3.6.1 Instalasi Pengolahan Lindi (IPL)

Peningkatan volume lindi yang terjadi akibat resirkulasi akan mempengaruhi kebutuhan volume *storage* yang digunakan. Untuk menghindari penumpukan lindi, penting untuk secara terus-menerus mengeluarkan lindi dari *storage*. Dalam teori, resirkulasi dapat mengurangi kandungan bahan organik dalam lindi. Oleh karena itu, sebelum dibuang ke badan air, lindi akan diolah menggunakan metode kolam anaerobik dalam instalasi pengolahan lindi (IPL). Dalam perencanaan ini, lindi yang dialirkan dari *storage* akan diolah secara biologis menggunakan metode kolam stabilisasi, yang terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan biofilter. Debit lindi yang dialirkan ke dalam IPL berasal dari sisa timbulan lindi yang tidak diresirkulasikan. Perencanaan ini mengharapkan IPL dapat melayani tidak hanya lindi yang dihasilkan dari blok I, tetapi

juga dari blok II.

Tabel 3. 12 Dimensi dan Kebutuhan Lahan Kolam Anaerobik

Blok	Q (m ³ /hr)	td (hr)	h (m)	P = l (m)	Volume (m ³)	Luas Lahan (m ²)
I - II	290,2	5	4	19,05	1451	362,8

Tabel 3. 13 Dimensi dan Kebutuhan Lahan Kolam Fakultatif

Blok	Q (m ³ /hr)	td (hr)	h (m)	p = l (m)	Volume (m ³)	Luas Lahan (m ²)
I - II	290,2	5	3,5	20,36	1451	414,63

Tabel 3. 14 Dimensi dan Kebutuhan Lahan Kolam Maturasi

Blok	Q (m ³ /hr)	td (hr)	h (m)	p = l (m)	Volume (m ³)	Luas lahan (m ²)
I - II	290,2	3	3,5	15,77	871	248,8

Tabel 3. 15 Dimensi dan Kebutuhan Lahan Kolam Biofilter

Blok	Q (m ³ /hr)	td (hr)	h (m)	p = l (m)	Volume (m ³)	Luas lahan (m ²)
I - II	290,2	2	2,5	15,23	580	232,23

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh dimensi masing-masing kolam pengolah lindi yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan desainnya.

3.7 Pengelolaan Gas

Proses dekomposisi bahan organik dalam sampah menghasilkan gas dan panas. Dua jenis gas yang dominan dihasilkan dalam landfill adalah karbondioksida (CO₂) dan metana (CH₄). Kedua gas ini termasuk dalam kategori gas rumah kaca yang berdampak pada lingkungan. Bahkan, jika konsentrasi metana mencapai titik kritis sekitar 10-15% di udara bebas, gas tersebut dapat menyebabkan ledakan karena kekurangan oksigen (Rakhmawaty, 2005). Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang baik terkait gas yang dihasilkan dari landfill.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sistem pengolahan sampah menggunakan Anaerobic Bioreactor Landfill (ABL) dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik dalam sampah. Peningkatan laju dekomposisi sampah ini juga berarti meningkatkan produksi gas. Dalam perencanaan ini, metana yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi alternatif baru.

Tabel 3. 16 Total Produksi Gas(m³/kg sampah)

Tahun	Volume Gas				Timbunan Gas	Total Timbunan Gas
	Lift 1	Lift 2	Lift 3	Lift 4		
0	0				0	0
0,5	0,1808192	0			0,181	0,181
1	0,3616385	0,1808	0		0,542	0,732
1,5	0,3546253	0,3616	0,1808	0	0,897	1,620
2	0,318234	0,3546	0,3616	0,1808	1,215	2,836
2,5	0,2642157	0,3182	0,3546	0,3616	1,299	4,134
3	0,2101974	0,2642	0,3182	0,3546	1,147	5,282
3,5	0,1561792	0,2102	0,2642	0,3182	0,949	6,230
4	0,0657695	0,1562	0,2102	0,2642	0,696	6,927
4,5	0,0176269	0,0658	0,1562	0,2102	0,450	7,377
5	0,0058756	0,0176	0,0658	0,1562	0,245	7,622
5,5		0,0059	0,0176	0,0658	0,089	7,711
		0,0000	0,0059	0,0176	0,024	7,735
			0,0000	0,0059	0,006	7,741

Dalam perencanaan ini, pipa pengumpul gas dipasang pada lapisan *intermediate*, tepatnya pada layer ke-8. Oleh karena itu, gas yang akan dimanfaatkan adalah gas yang dihasilkan setelah 4 layer kedua (layer 5-8) terisi penuh. Proses penimbunan 4 layer pertama dan kedua ini diperkirakan memakan waktu sekitar 760 hari atau sekitar 2,1 tahun. Dalam perencanaan ini, pemanfaatan gas akan dilakukan selama 5 tahun setelah *landfill* ditutup.

Tabel 3. 17 Timbunan Gas (m³/kg sampah)

No	Tahun	Timbunan Gas	Total Timbunan Gas
1	0	0,897	0,8971
2	0,5	1,215	2,1124
3	1	1,299	3,4111
4	1,5	1,147	4,5584
5	2	0,949	5,5072
6	2,5	0,696	6,2036
7	3	0,450	6,6533
8	3,5	0,245	6,8988
9	4	0,089	6,9881
10	4,5	0,024	7,0116
11	5	0,006	7,0174

Dalam perencanaan ini, perhitungan tahun ke nol (0) dimulai setelah 4 layer kedua terisi penuh, yang terjadi sekitar 2 tahun setelah pengisian pertama pada 4 layer pertama. Dari tahun ke nol (0), pemanfaatan gas akan dilakukan hingga 5 tahun setelah penutupan Landfill.

Tabel 3. 18 Timbunan Gas Tiap Blok (m³)

No	Timbunan Gas	Blok I	Blok II
1	0,8971	24207541,43	51461483,45
2	1,2153	78729946,86	167367672,1
3	1,2987	84132485,82	178852633,1
4	1,1473	74321920,12	157996890
5	0,9488	61466298,9	130667830,6

No	Timbulan Gas	Blok I	Blok II
6	0,6964	45111298,43	95899632,91
7	0,4498	29136929,89	61940599,77
8	0,2455	15900676,74	33802375,79
9	0,0893	5783170,898	12294125,54
10	0,0235	1522527,759	3236658,183
11	0,0059	380631,9398	809164,5459
	total	420693428,8	894329066

Dalam perencanaan ini, gas metana yang dikumpulkan dapat dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat, misalnya sebagai sumber tenaga listrik. Untuk menghitung daya yang dihasilkan, dapat menggunakan persamaan berikut (Haq et al., 2012):

$$Pg = \frac{Qt \cdot Ho}{3600} - P_{Blower}$$

$$P_{Blower} = \gamma \times Q \times H \times g$$

Keterangan:

Pg = Daya yang dihasilkan (KW)

P_{Blower} = $\gamma \times Q \times H \times g$

Qt = Produksi gas landfill (m³/jam)

Ho = Nilai kalori gas landfill (KJ/m³)

P_{Blower} = Daya yang dibutuhkan blower (KW)

γ = Berat jenis gas (kg/m³)

P_{Blower}

= $\gamma \times Q \times H \times g$

= 0,554 kg/m³ x 0,846 m³/detik x 106,046 m x 9,81 m/detik²

= 487,327 Kg.m²/detik³ = 0,487 kW Pg

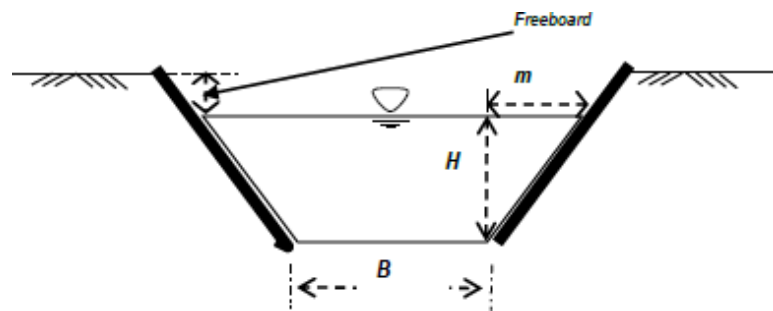
= $Qt \cdot Ho / 3600 - P_{Blower}$ m³ 761,008 = jam x 19.000KJ - 0,487 KW / 3600

= 4015,946 KW

= 4,016 MW

3.8 Sistem Drainase

Dalam perencanaan ini, terdapat dua jenis drainase yang digunakan. Pertama, untuk jalan operasi, jalan penghubung antar fasilitas, dan instalasi pengolahan lindi (IPL), digunakan jenis drainase permanen. Sedangkan untuk zona yang dioperasikan secara lokal, digunakan jenis drainase sementara. Saluran drainase yang dipilih memiliki dimensi berbentuk trapesium. Dalam hal ini, bahan yang digunakan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali dengan koefisien kekasaran (n) sebesar 0,015. Kecepatan maksimum aliran dalam saluran adalah 2,5 m/detik. Kemiringan dasarsaluran direncanakan sebesar 0,02



Gambar 3. 1 Profil Potongan Tipikal Saluran Trapesium

Keterangan :

Fb = Tinggi freeboard (m)

H = Kedalaman air dalam saluran (m)

B = Lebar bawah saluran (m)

3.8.1 Saluran Drainase

Dalam perencanaan ini, terdapat dua jenis saluran. Pertama, saluran tersier yang digunakan untuk blok penimbunan sampah, dengan perhitungan aliran *run off* menggunakan Peraturan Umum Hidrologi (PUH) dengan periode ulang 2 tahun. Saluran ini berfungsi melayani aliran air hujan di sekitar area penimbunan sampah. Kedua, saluran sekunder yang digunakan untuk jalan dan fasilitas lainnya, dengan perhitungan aliran *run off* menggunakan PUH dengan periode ulang 5 tahun. Saluran ini bertugas mengalirkan air hujan dari jalan dan fasilitas di sekitar TPA.

Saluran direncanakan dengan mempertimbangkan pola penampang saluran hidrolis yang optimum. Untuk mencegah terjadinya longsor, pasangan batu kali pecah digunakan pada dinding dan dasar saluran. Tinggi jagaan atau *freeboard* saluran direncanakan sebesar 10 cm untuk memberikan ruang tambahan dalam mengantisipasi lonjakan air hujan. *Layout* atau tata letak saluran dapat dilihat pada gambar dibawah berikut.



Gambar 3. 2 *LayOut* Saluran Drainase

3.9 Sumur Uji

Sumur uji pada perencanaan ini bertujuan untuk memantau kemungkinan terjadinya pencemaran lindi terhadap air tanah di sekitar TPA. Lokasi sumur akan ditempatkan di area pos jaga, dekat dengan IPL, dan setelah proses penimbunan sampah. Penting untuk memastikan bahwa sumur tidak berada di daerah yang akan tertimbun oleh sampah. Sumur uji direncanakan memiliki kedalaman 15 meter dan diameter 1 meter. Dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan tersebut, sumur uji akan digunakan untuk memantau kualitas air tanah setelah proses pengolahan lindi di IPL dan dampaknya terhadap lingkungan sekitar.

3.10 Zona Penyangga

Tujuan dari zona penyangga (buffer zone) adalah untuk mengurangi dampak negatif dari pembuangan akhir sampah terhadap lingkungan sekitarnya. Dalam perencanaan ini, zona penyangga direncanakan berupa area yang ditanami dengan tanaman di sekitar TPA, terletak di luarlokasi perencanaan utama. Lahan yang akan digunakan untuk zona penyangga adalah bagian dari lahan TPA yang belum dimanfaatkan sepenuhnya. Hal ini disebabkan karena perencanaan TPA hanya memanfaatkan sebagian dari total luas lahan TPA yang tersedia. Dengan adanya zona penyangga yang tertanam tanaman, diharapkan dapat meminimalisir dampak negatif dan menjaga keberlanjutan lingkungan sekitar TPA.

3.11 Kebutuhan Alat Berat

Dalam perencanaan TPA, penting untuk mempertimbangkan pemilihan alat berat yang sesuai untuk berbagai kegiatan pembuangan akhir seperti pemindahan sampah, pemerataan, pemadatan sampah, dan penggalian atau pemindahan tanah. Beberapa alat berat yang umum digunakan dalam perencanaan tersebut adalah *bulldozer*, *excavator*, dan *wheel loader*. Pemilihan alat-alat tersebut didasarkan pada kemampuan mereka untuk melaksanakan tugas-tugas tersebut secara efektif dan efisien di dalam lingkungan TPA.

Tabel 3. 19 Kebutuhan Alat Berat di TPA

No	Tahun	Timbulan sampah masuk ke Landfill (m ³ /tahun)	Kebutuhan Alat Berat (unit)					
			Bulldozer		Excavator		Wheel Loader	
	2021	24031	0,56	1	0,56	1	0,56	1
1	2022	35895	0,83	1	0,83	1	0,83	1
2	2023	48119	1,12	1	1,11	1	1,12	1
3	2024	60709	1,41	1	1,41	1	1,41	1
4	2025	73673	1,71	2	1,71	2	1,71	2
5	2026	87018	2,02	2	2,01	2	2,02	2
6	2027	100755	2,34	2	2,33	2	2,34	2
7	2028	114890	2,66	3	2,66	3	2,67	3
8	2029	129435	3,00	3	3,00	3	3,01	3
9	2030	144397	3,35	3	3,34	3	3,35	3
10	2031	159786	3,70	4	3,70	4	3,71	4

3.12 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah hasil dari perkalian volume pekerjaan yang tercantum dalam *Bill of Quantity* (BOQ) dengan analisis harga satuan pekerjaan. Dalam perencanaan ini, analisis harga satuan pekerjaan mengacu pada harga satuan yang berlaku untuk tahun 2022 di wilayah Kabupaten Barito Kuala. Dengan menggunakan harga satuan tersebut, RAB dapat disusun untuk mengestimasi total biaya yang akan dikeluarkan dalam pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan

Tabel 3. 20 Hasil Analisa Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 46.743.000
2	Pekerjaan Set Landfill Blok I dan II	Rp 32.121.209.000
3	Pekerjaan Pembuatan Storage	Rp 707.356.000
4	Pekerjaan Pembuatan Instalasi Pengolah Lindi (IPL)	Rp 1.927.019.000
5	Pekerjaan Pembuatan Drainase	Rp 1.177.868.000
6	Pekerjaan Pembuatan Sumur Uji / Pantau (3 Buah)	Rp 18.199.000
TOTAL		Rp 35.998.394.000
Terbilang		Tiga Puluh Lima Miliar Sembilan Ratus Sembilan Puluh Delapan Juta Tiga Ratus Sembilan Puluh Empat Ribu

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari perencanaan TPA Kabupaten Barito Kuala adalah sebagai berikut:

1. Timbulan sampah Kabupaten Barito Kuala yang masuk ke landfill adalah sebesar 65,84 m³/hari atau sekitar 24.031,14 m³/tahun.
2. Perencanaan TPA dilakukan dengan menerapkan sistem Anaerobic Bioreactor Landfill (ABL) yang melibatkan proses dekomposisi sampah dalam kurun waktu sekitar 5 tahun. Untuk itu, area penimbunan sampah direncanakan seluas kurang lebih 3,8 ha, dengan pembagian menjadi 2 blok yang masing-masing digunakan selama 5 tahun.
3. Timbulan lindi awal rata-rata dalam landfill adalah sekitar 514,46 m³/hari, di mana 70% dari jumlah ini diresirkulasikan kembali ke dalam landfill. Jumlah lindi setelah resirkulasi pada blok 1 adalah sekitar 468,17 m³/hari, sedangkan pada blok 2 adalah sekitar 886,99 m³/hari. Lindi yang tidak diresirkulasikan akan dialirkan dan diolah dalam instalasi pengolahan lindi (IPL) dengan metode kolam stabilisasi.
4. Timbulan gas landfill mencapai sekitar 0,846 m³/hari. Apabila gas ini dimanfaatkan sebagai energi listrik, diperkirakan dapat menghasilkan daya sebesar 4,016 MW.
5. Dalam perencanaan TPA ini, diperlukan 4 unit bulldozer, 4 unit excavator, dan 4 unit wheel loader untuk kegiatan operasional selama 10 tahun.
6. Rencana anggaran biaya total untuk TPA Kabupaten Barito Kuala adalah sekitar Rp. 35.998.394.000,-. Anggaran ini mencakup semua pekerjaan yang direncanakan dalam perencanaan TPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Astono, W., Purwaningrum, P., & Wahyudyanti, R. (2015). Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah dengan Menggunakan Metode Sanitary *Landfill* Studi Kasus : Zona 4 TPA Jatiwaringin, Kabupaten Tangerang. *JTL*, 7(1), 7–16.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kabupaten Barito Kuala dalam Angka 2022. Damanhuri, E., & Padi, T. (2010). Pengelolaan Sampah. Institut Teknologi Bandung.

- Damanhuri, E., & Padi, T. (2016). *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Institut Teknologi Bandung.
- Haq, Nazlie, A., Hermawan, Dr., Karnoto., (2012). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Kota Banjarmasin*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro Semarang.
- Kirkeby, Janus T. (2007). Modelling of environmental impacts of solid waste Landfilling within the life-cycle analysis program Easewaste. *Waste management*, 27(7), 961-970.
- Maulana, R. (2018). *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Sampah Kabupaten Pasuruan Dengan Metode Lahan Urug Saniter*.
- Pandawa, D. A. (2019). *Perencanaan Pengembangan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Mencirim Kota Binjai dengan Sistem Sanitary Landfill*. Universitas Sumatera Utara. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Priatna, L., Hariandi, W., & Purwendah, E. K. (2019). *Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas*. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call for Papers*, 494–501.
- Prihatin, R. B. (2020). *Pengelolaan Sampah di Kota Bertipe Sedang: Studi Kasus di Kota Cirebon dan Kota Surakarta*. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.22212/inspirasi.v11i1.1505>
- Rakhmawaty, N., (2005). *Perencanaan Pengembangan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Kediri dengan Sistem Anaerobik Bioreaktor Landfill*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Salawati, Syadik, F., Tony, Masriani, Fatima, S., Nurmala, Sasmita, Y., Hikmah, N., & Ende, S. (2021). *Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Metode Ember Tumpuk menjadi Pupuk Organik Cair dan Padat*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 149–153.
- Samin, Sunarto, & Rijalurrahman, M. (2017). *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah dengan Menggunakan Metode Sanitary Landfill (Studi kasus : TPA Randuagung Kabupaten Malang)*. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 16(2), 118–125. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/5020>
- Sari, G. L. (2012). *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kabupaten Kotabaru dengan Sistem Anaerobic Bioreactor Landfill (ABL)*. Universitas Lambung Mangkurat.
- SNI 03-3241-1994. *Tata Cara Pemilahan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah*. SNI 19-2494-2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. SNI 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.

- Soleh, M. (2006). *Desain Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Anaerobik Bioreaktor Landfill di Kabupaten Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tchobanoglous, G., H, T., & S, V. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGrawHill Inc.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*.
- Wijayakusuma, D. M. S., & Setiawan, P. R. (2019). *Penentuan Lokasi Alternatif TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Sampah di Kabupaten Klungkung*. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 133–1