



Desain TPA Sanitary Landfill Di Kecamatan Amurang Raya Kabupaten Minahasa Selatan Sulawesi Utara

Claudia C. I. Rumeen^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Samuel Y. R. Rompis^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aclaudiarumeen200@gmail.com, ^bhera28115@gmail.com, ^csemrompis@unsrat.ac.id

Abstrak

Masalah pembuangan sampah merupakan salah satu isu utama bagi setiap kota di Indonesia. Kecamatan Amurang Raya sudah memiliki TPA dengan pengolahan sampah menggunakan metode *open dumping* dan sampah yang dihasilkan masyarakat tidak dikelola sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Sehubungan dengan itu untuk memperkecil pencemaran maka diadakan pengembangan TPA dengan menggunakan metode *sanitary landfill*. Mendapatkan suatu desain TPA *sanitary landfill* menggunakan data timbulan sampah, data penduduk kecamatan Amurang Raya 10 tahun terakhir, luas daerah, pelayanan sampah. Dengan hasil perhitungan kebutuhan lahan TPA 73,0 ha untuk 20 tahun kedepan dengan jumlah penduduk 74.430 jiwa dengan rata-rata pertumbuhan penduduk 1.3164% dan luas yang dibutuhkan untuk menampung sampah yaitu 51.5 ha. Sel landfill direncanakan sebanyak 1 zona total volume sampah 20 tahun mendatang 1286,63m³ dan dilengkapi dengan sistem pengumpul gas dengan model pengumpul vertikal dan horizontal, kolam pengumpul lindi dengan jenis kolam ipal yang terdiri dari unit screen, unit equalisasi, unit ABR, unit fakultatif, unit maturase dan 3 kolam unit wetland dan memiliki bangunan-bangunan penunjang selama pengoperasian TPA.

Kata kunci: TPA Amurang, Sanitary Landfill, sampah

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan masalah serius yang berkaitan dengan lingkungan hidup dan bersifat global. Sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia dimana manusia sebagai pihak yang menghasilkan sampah (Herawaty Riogilang, 2020). Keberadaan sampah di lingkungan memiliki dampak yang cukup mengganggu kesehatan lingkungan itu sendiri. Pengolahan sampah yang buruk bisa memberikan pengaruh negatif bagi kesehatan lingkungan maupun bagi kehidupan social ekonomi dan budaya masyarakat (Joegijantoro, Rudy, 2021). Produksi sampah akan terus diakibatkan oleh aktivitas manusia selama manusia hidup maupun dari proses-proses alam, sehingga diperlukan lahan yang pantas untuk dijadikan sebagai lokasi untuk pengelolaan sampah agar tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan dan manusia. Karena TPA merupakan salah satu komponen penting didalam sistem manajemen pengelolaan sampah maka kehadiran TPA adalah hal penting yang harus dimiliki dalam suatu daerah atau wilayah hal ini juga merupakan salah satu program nasional daerah sebagai konsep manajemen sampah yang berkelanjutan. Secara umum dalam proses pengolahannya di Indonesia mengenal dua proses pengolahan yaitu *Sanitary Landfill* dan *Open Dumping*.

Melihat kondisi dimana sampah hanya dibuang secara sembarangan baik disungai dan dijalan sehingga pencemaran bisa saja terjadi yang diakibatkan oleh perilaku masyarakat yang masih membuang sampah sembarang. Baiknya di kecamatan Amurang Raya pengolahan sampah yang belum dikelola dengan baik di TPA. Kecamatan Amurang Raya saat ini sudah memiliki

TPA dengan pengolahan sampah sistem angkut buang atau biasa disebut *Open Dumping*, sampah yang dihasilkan masyarakat tidak dikelola di TPA sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan, tata kota yang kurang beraturan, serta kerentangan masyarakat terhadap penyakit dan berdampak juga pada lingkungan. Dari penelitian ini dibuat untuk pengembangan TPA Amurang Raya dari yang masih menggunakan metode *Open Dumping* ke metode *Sanitary Landfill*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: bagaimana pengembangan TPA *Sanitary Landfill* yang berwawasan lingkungan di Kecamatan Amurang Raya Kabupaten Minahasa Selatan Sulawesi Utara?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan indentifikasi masalah, maka penelitian dibatasi pada : Desai Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) menggunakan *Sanitary Landfill* yang bisa digunakan dengan masa waktu 20 tahun. Hanya membahas tentang area penimbunan, pengelolaan gas, sistem pengumpul dan penangkapan gas, penutup tanah, saluran pengumpul lindi dan lindi *landfill*.

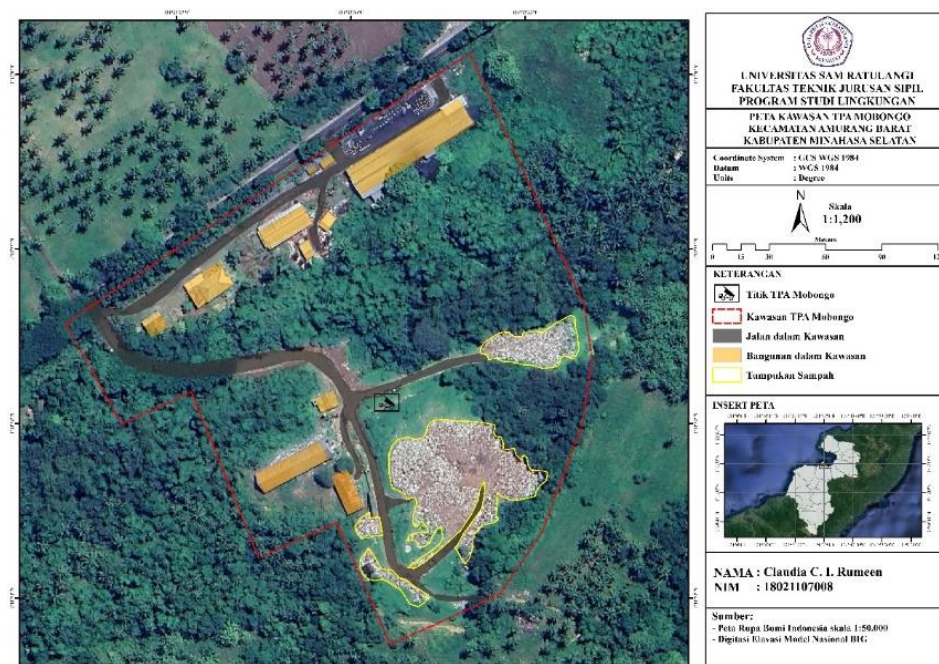
1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian adalah :

1. Memperoleh data kebutuhan lahan untuk kecamatan Amurang Raya
2. Memproyeksikan timbunan sampah di lokasi TPA untuk 20 tahun kedepan
3. Merencanakan pengembangan TPA Amurang Raya dengan metode *sanitary landfill* yang berwawasan lingkungan

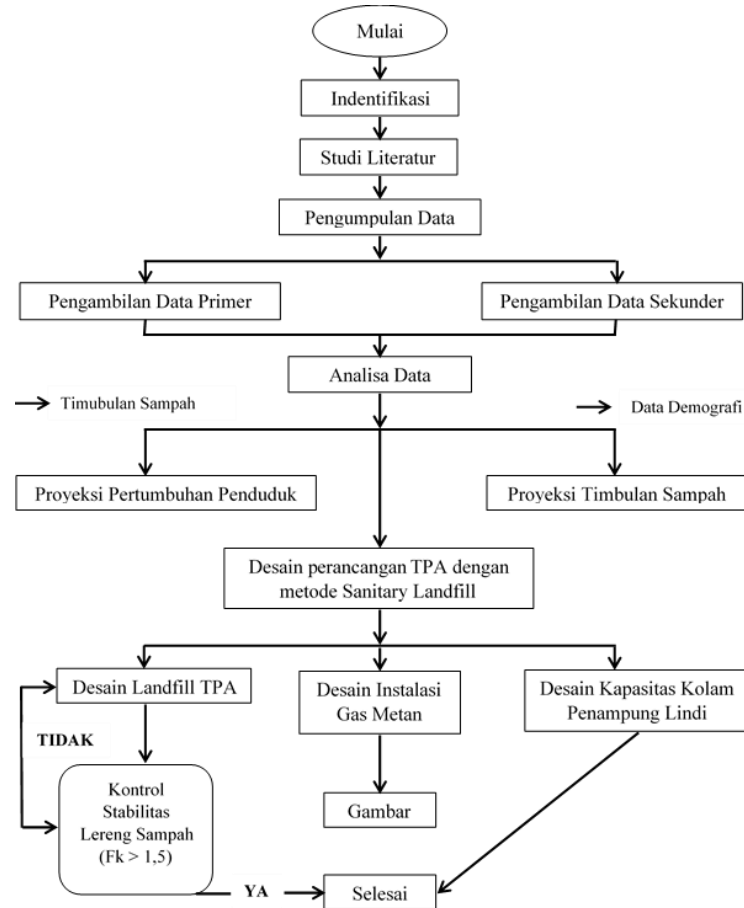
2. Metode

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Amurang Raya Kota Amurang. Kecamatan Amurang Raya adalah satu kecamatan yang berada di Sulawesi Utara di Kabupaten Minahasa Selatan. Kecamatan Amurang Raya memiliki luas wilayah seluas 174, 30 km² dan tinggi wilayah yaitu 20 mdpl. Kecamatan Amurang Raya merupakan gabungan kecamatan yang terdiri dari kecamatan Amurang, kecamatan Amurang Timur dan kecamatan Amurang Barat, memiliki luas wilayah yang besar di kabupaten Minahasa Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian.
(Sumber : Google Earth)

Data yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan, sedangkan data sekunder adalah data referensi yang menunjang penelitian. Data primer dalam penelitian ini adalah pengamatan lapangan di lokasi penelitian dan wawancara kepada pihak yang terkait pengolahan sampah di lokasi tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk, timbulan sampah, referensi ilmiah dari jurnal bereputasi.



Gambar 2. Diagram Alir

Dalam penelitian ini digunakan alat dan bahan yaitu kamera, media penyimpanan dan alat tulis menulis untuk mencatat dan merekam data hasil pengamatan dan observasi, kuisioner wawancara, dan laptop/ PC untuk keperluan menghitung/ menganalisis data. Jenis literatur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan informasi yang diperlukan untuk Analisa data dan mendasari pelaksanaan studi yaitu bersumber dari buku, jurnal ilmiah dan lain-lain yang memuat tentang perencanaan TPA dengan sistem sanitary landfill. Dalam penelitian ini data yang diperlukan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dilapangan yang merupakan jenis data utama atau data pokok sedangkan data sekunder dalam pengertiannya ialah data yang diperoleh dari pihak ke-3 mengacu pada data yang dikumpulkan oleh orang lain selain pengguna utama (primer).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Presentasi Pertumbuhan Penduduk

Dalam mencari presentasi pertumbuhan penduduk dapat dilihat berikut :

$$P = \frac{Px - Px - 1}{Px} \times 100$$

Dimana:

P = Presentasi pertumbuhan penduduk

Px = Jumlah penduduk tahun yang dihitung P-nya

Px-1 = Jumlah penduduk tahun sebelumnya Px

Tabel 1 merupakan hasil perhitungan presentasi pertumbuhan penduduk

Tabel 1. Presentasi Pertumbuhan Penduduk

Jumlah Penduduk Kec. Amurang Raya			
No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan
1	2010	44728	0,00
2	2011	45230	1,19
3	2012	46141	1,97
4	2013	46123	-0,39
5	2014	47808	3,52
6	2015	48525	1,47
7	2016	49236	1,44
8	2017	49903	1,33
9	2018	50592	1,36
10	2019	55546	8,91
11	2020	51944	-6,93
12	2021	52728	0,14
13	2022	53525	1,49
14	2023	54333	1,47
15	2024	55153	1,46
Jumlah		751515	18,43
Rata-rata		50101	1,3164
Proyeksi			0,0132

3.2 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk di Kecamatan Amurang

Dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat menggunakan 3 metode yaitu :

Metode aritmatik : $P_t = P_o (1 + r t)$

Metode geometrik : $P_t = P_o (1 + r)^t$

Metode eksponensial : $P_n = P_o \times e^{rt}$

Dengan :

P_t = jumlah penduduk pada tahun t

P_o = jumlah penduduk tahun dasar

r = laju pertumbuhan penduduk

t = periode waktu antara tahun dasar dan tahun t

e = 2,7182818 (bil. Pokok sistem logaritma natural)

Metode yang digunakan merupakan metode geometric dimana standar deviasi paling kecil (Sd) 5740,58 dan koefisien korelasi (r) 0,9250 paling besar.

3.3 Analisa Timbulan Sampah

Besar jumlah timbulan sampah berdasarkan standar nasional jumlah timbulan sampah untuk setiap orang adalah 2,5 – 3 liter/ orang/ hari. Persamaan jumlah timbulan sampah perharinya adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah sampah} &= \frac{(2.5 \text{ liter/orang/hari} \times \text{jumlah penduduk})}{1000} = m^3/\text{hari} \\
 &= \frac{(2.5 \text{ liter/orang/hari} \times 55153)}{1000} = 137,88 m^3/\text{hari} \\
 &= \frac{(2.5 \text{ liter/orang/hari} \times 74430)}{1000} = 186.075 m^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Diketahui TPS kecamatan Amurang Raya mempunyai armada pengangkut sampah berupa dump truck 2 buah, truck 1 buah, amroll 1 buah, mobil pick up 1 buah dan motor sampah 2 buah. Dengan kapasitas pengangkutan dari kendaraan tersebut

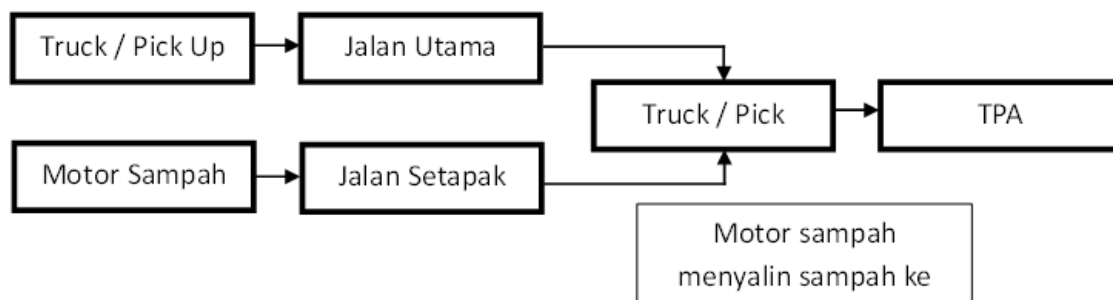
Tabel 2. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

No	Tahun	Metode Aritmatika	Pertumbuhan	Metode Geometri	Pertumbuhan	Metode Eksponensial	Pertumbuhan
1	2025	56262	1,97	55986	1,488	55884	1,31
2	2026	57168	1,58	56831	1,487	111769	50
3	2027	58089	1,59	57690	1,489	167653	33,33
4	2028	59024	1,58	58561	1,487	223537	25
5	2029	59974	1,58	59445	1,487	279422	20
6	2030	60940	1,59	60343	1,488	335306	16,67
7	2031	61921	1,58	61254	1,487	391190	14,29
8	2032	62918	1,58	62179	1,488	447075	12,5
9	2033	63931	1,58	63118	1,488	502959	11,11
10	2034	64960	1,58	64071	1,487	558843	10
11	2035	66006	1,58	65038	1,487	614727	9,09
12	2036	67069	1,58	66020	1,487	670612	8,33
13	2037	68148	1,58	67017	1,488	726496	7,69
14	2038	69245	1,58	68029	1,488	782380	7,14
15	2039	70360	1,58	69056	1,487	838265	6,67
16	2040	71493	1,58	70099	1,488	894149	6,25
17	2041	72644	1,58	71158	1,488	950033	5,88
18	2042	73814	1,59	72232	1,487	1005918	5,56
19	2043	75002	1,58	73323	1,488	1061802	5,26
20	2044	76210	1,59	74430	1,487	1117686	5
Jumlah		1315178	32,03	1295880	29,751	11735706	261,08
Rata-rata		65758,9	1,6015	64794	1,48755	586785,3	13,054
Sd		6208,17		5740,58		330616,02	
r		0,3557		0,9250		0.6445	

Tabel 3. Kapasitas Pengakutan

Jenis Kendaraan	Kapasitas (m ³)
Dump truck besar	7 m ³
Dump truck kecil	6 m ³
Arm roll truck	5,5 m ³
Mobil pick up	3 m ³
Motor sampah	2 m ³

Dengan jumlah total sampah berdasarkan kapasitas pengakutan dan kendaraan pengakutan sampah berjumlah 34,5 m³/hari atau 34.500 liter/hari, dengan berat jenis sampah menurut Nur Lailis adalah 0,284 kg/l, berat sampah berjumlah 9.798 kg/hari dan timbunan sampah di kecamatan Amurang Raya adalah 0,664 liter/orang/hari. Sistem pengumpulan sampah yang dilakukan di kecamatan Amurang Raya ditunjukkan pada Gambar 3.

**Gambar 3.** Alur Pengumpulan Sampah

Menurut litbang Pekerjaan Umum berat jenis sampah adalah 200-350 kg/m³, untuk perencanaan ini digunakan 200 kg/m³ berat berdasarkan perbandingan nilai koefisien yang ditentukan SNI 19-2454-2002. Sampah yang akan ditumbun pada *landfill* akan dipadatkan untuk mengurangi penggunaan lahan. Sampah akan dipadatkan hingga densitasnya menjadi 600 kg/m³.

3.4 Kebutuhan Lahan

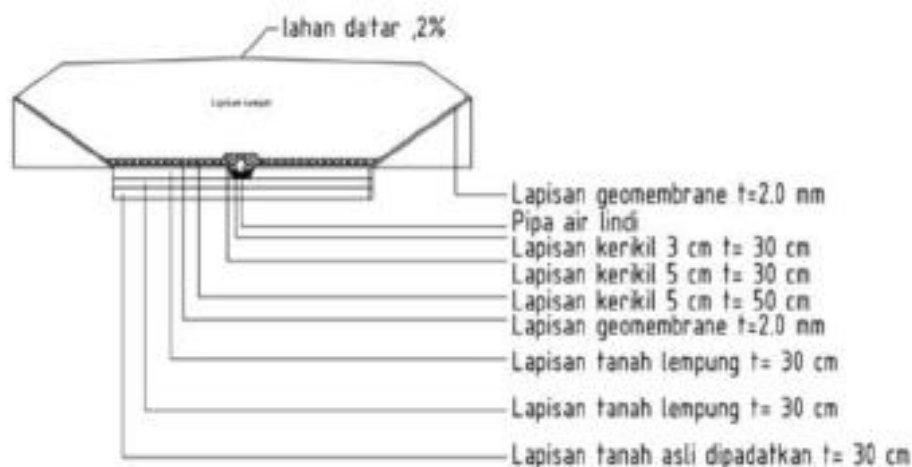
Berikut rencana kebutuhan lahan untuk TPA

Tabel 3. Rencana Kebutuhan Lahan

Perkiraan Data	
Variabel	Nilai
Jumlah penduduk saat ini	55153
Rata-rata pertumbuhan (%)	1.3164%
Timbulan sampah (L/orang/hari)	2.5
Porsi sampah rumah tangga (%)	70
Sampah di angkut ke TPA (%)	50
Sampah diurug di lahan urug (%)	90
Densitas sampah di sumber (ton/m ³)	0.20
Densitas sampah di lahan urug (ton/m ³)	0.60
Kebutuhan tanah penutup (%)	20
Settlement (%)	30
Luas lahan urug terhadap TPA	70
Kebutuhan lahan urug (Ha)	51.5
Kebutuhan lahan TPA (Ha)	73.0

3.5 Rencana Desain Perencanaan

Area penimbunan berdasarkan Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 terkait Penataan Ruang yang menetapkan harus memuat rencana penyediaan dan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau (RHT) yang luasnya minimal 30% dari total luas lahan yang ada, beberapa bagian lahan yang sengaja dikosongkan dengan tujuan untuk menyediakan tempat penampung lindi, jalan akses, kantor, parkir dan lain sebagainya. Setiap blok dirancang memiliki 5 lift (tingkat) dimana 1 lift memiliki beberapa sel. Desain sel penimbunan sampah tiap sel yaitu tinggi lift 5 m, tebal tanah penutup 15 cm dan slope 2:1. Lapisan dasar yang dipakai dalam *landfill* direncanakan atas 5 lapis, yaitu lapisan kedap, lapisan geomembrane, lapisan drainase, lapisan geotekstil dan lapisan pelindung.



Gambar 4. Detail Lapisan Dasar TPA

Area penimbunan direncanakan beberapa sel, sampah yang masuk ditumpuk untuk membuat sel sampah, sampah yang masuk ke lahan urug akan diratakan dan juga dipadatkan secara bertahap setiap 50cm, sampai ketinggian 2m lalu sampah ditutup dengan menggunakan

tanah dan selanjutnya dipadatkan hingga setebal 15cm, tanah penutup menggunakan tanah urug, bentuk sel dibuat dengan menyesuaikan bentuk lahan area penimbunan. Sel *landfill* direncanakan sebanyak 1 zona total volume sampah untuk 20 tahun mendatang sebesar 1286.63 m³. Proses dekomposisi bahan organik dalam sampah akan menghasilkan gas dan panas. Komposisi gas terbesar dalam *landfill* adalah gas karbondioksida dan gas metana. Menangkap gas pada *landfill* dengan cara aktif dan pasif.

Model pengumpul gas secara horizontal yaitu dengan cara menyusun pipa pengumpul gas secara berbasis, pemasangan perlu juga dilengkapi dengan pipa-pipa pengontrol bau. Sedangkan untuk pemasangan pipa pengumpul gas secara vertikal pendekatan yang pertama adalah instalasi sumur-sumur vertikal. Dalam perencanaan ini jarak antar pipa adalah 24, kedalaman penanaman adalah 75% dari kedalaman *landfill*.

Pipa ventilasi gas berdiameter 15cm dipasang dengan membuat lubang berdiameter 60cm. pipa yang digunakan memiliki lubang perforasi diameter 1cm hingga ketinggian lapisan penutup. Disekeliling pipa diberi ukuran 2cm.

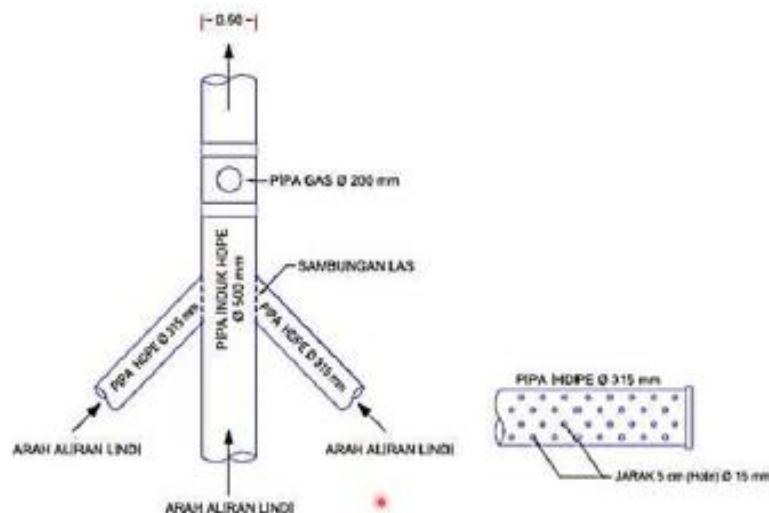
Tanah penutup dibutuhkan untuk mencegah sampah berserakan, bahaya kebakaran, timbulnya bau, berkembang biaknya lalat atau binatang pergerat dan mengurangi timbulan lindi. Jenis tanah penutup adalah tanah yang tidak kedap, periode penutupan tanah harus disesuaikan dengan metode pembuangannya, tahapan penutupan tanah untuk lahan urug saniter terdiri dari penutupan tanah harian (setebal 10-15cm), penutupan antara (setebal 30-40cm) dan penutupan tanah akhir (setebal 50-100cm, tergantung rencana peruntukan bekas TPA nantinya), kemiringan tanah penutup harus cukup dapat mengalirkan air hujan keluar dari atas lapisan penutup dan hendaknya mempunyai grading dengan kemiringan tidak lebih dari 30 derajat (perbandingan 1 : 3) untuk menghindari terjadinya erosi.

Fungsi utama sistem penutupan timbunan sampah pada TPA yang akan direhabilitasi adalah :

- Menjamin integritasi timbunan sampah dalam jangka Panjang
- Menjamin tumbuhnya tanaman atau penggunaan site lainnya
- Menjamin stabilitas kemiringan (*slope*) dalam kondisi beban statis dan dinamis

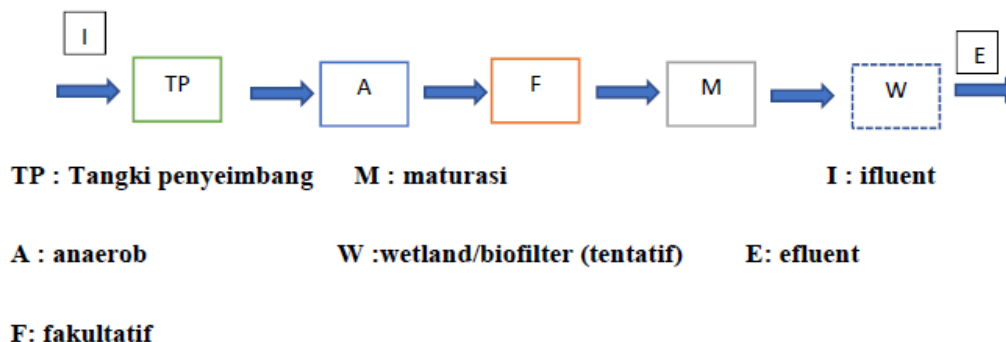
Penutup sampah dengan tanah serta proses pemadatannya dilakukan secara bertahap lapis-perlapis dan memperhatikan lansekap yang ada dan lansekap yang diinginkan bagi peruntukannya.

Saluran pengumpul lindi terdiri dari dua bagian yaitu saluran pengumpul sekunder dan saluran pengumpul primer. Saluran pengumpul sekunder dipasang memanjang ditengah blok / zona penimbunan, saluran pengumpul tersebut menerima aliran dari dasar lahan dengan kemiringan minimal 2%, saluran pengumpul terdiri dari rangkaian pipa PVC dan dasar saluran dapat dilapisi dengan liner (lapisan kedap air). Sedangkan saluran pengumpul primer menggunakan pipa PVC / HDPE dengan diameter minimal 300mm, berlubang (untuk pipa ke bak pengumpul lindi tidak berlubang saluran primer dapat dihubungkan dengan hilir saluran sekunder oleh bak control, yang berfungsi pula sebagai ventilasi yang dikombinasikan dengan pengumpul gas vertikal).



Gambar 5. Pipa Pengumpul Lindi

Pengolahan lindi landfill ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengolahan Leachate

Perencanaan struktur kolam IPAL TPA Amurang Raya direncanakan memiliki beberapa jenis kolam IPAL yaitu kolam unit screen, unit aqualisasi, unit ABR, unit fakultatif, unit maturase dan 3 kolam unit wetland. Dalam perencanaan ini tidak diperhitungkan jumlah produksi lindi terhadap kapasitas kolam yang ada.

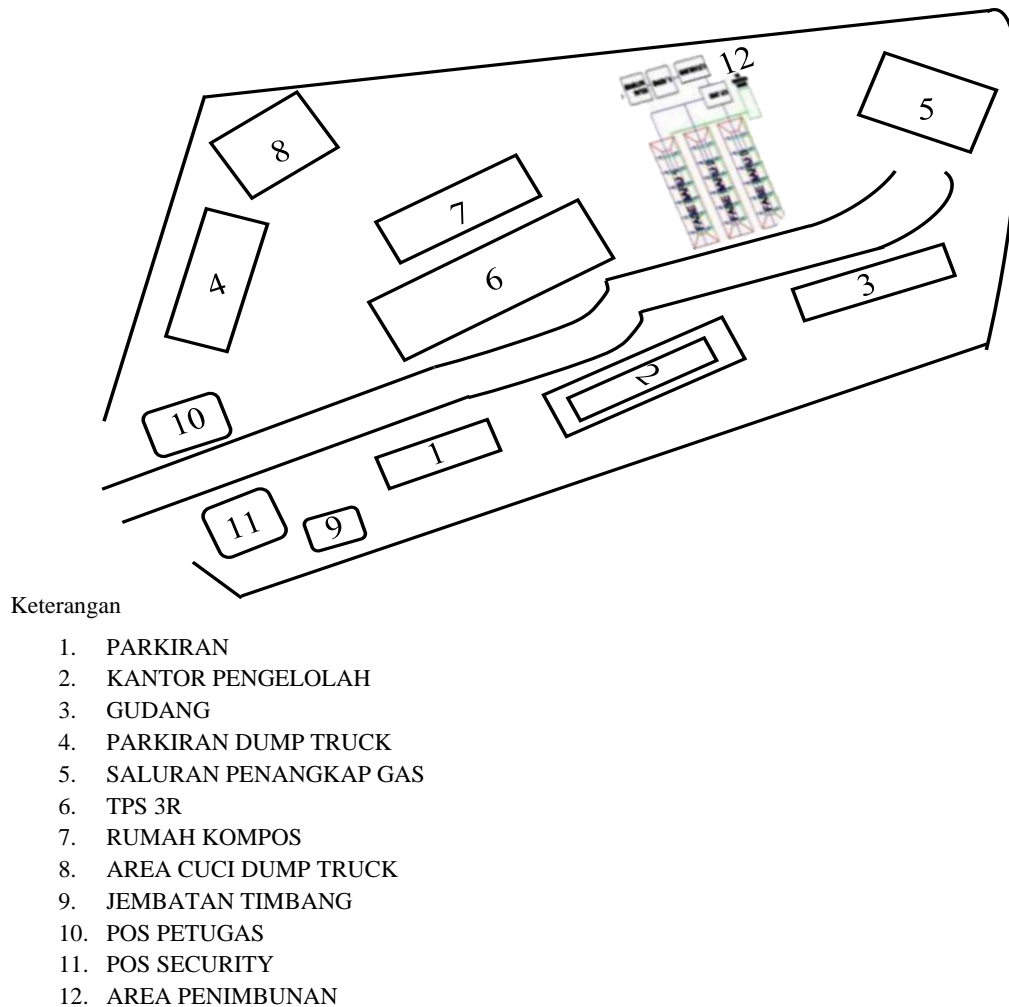
Perencanaan struktur kolam IPAL ini meliputi struktur pelat lantai, balok sloof dan dinding kolam. Perencanaan ini didasarkan pada SNI 2847 tahun 2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726 tahun 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Dalam perencanaan ini kondisi yang direncanakan yaitu pada saat kolam IPAL dalam keadaan kosong. Kondisi ini merupakan kondisi kritis dimana tekanan tanah horizontal, tekanan air tanah dan gaya up lift air tanah yang bekerja pada struktur kolam tidak tereduksi akibat tekanan air dalam kolam.

Dengan bangunan penunjang berupa kantor, pos jaga, parkir dump truck, kamar mandi/toilet, dan kebutuhan lahan yang dibangun di TPS 3R. Dengan kebutuhan kantor adalah tempat yang digunakan untuk melakukan kegiatan-kegiatan administrasi dan evaluasi kegiatan. Pos jaga yaitu pos ini berada di pintu masuk atau portal berfungsi untuk mengontrol keluar dan masuknya kendaraan di dalam TPA. Parkiran dump truck direncanakan akan menggunakan 4 buah dump truck dengan fungsi masing-masing adalah 3 gerobak motor untuk mengangkut sampah dan dibawah ke TPS 3R sedangkan 1 dump truck untuk mengangkut residu hasil pengolahan ke TPA, kamar mandi / toilet yang akan dibuat dalam TPS 3R adalah sebanyak 3 buah dengan luas masing-masing toilet 3m², dan kebutuhan lahan berdasarkan pengkajian unit-unit yang akan dibangun di TPS 3R.

Tabel 4. Total Kebutuhan Lahan

No	Ruang	Kebutuhan Lahan
1	Pengolahan Sampah Organik	
	Ruang penampung sampah organik	5 m ²
	Ruang pemilahan	5 m ²
	Ruang pencacah sampah organik	5 m ²
	Ruang pengomposan	112 m ²
	Ruang pengayakan	25 m ²
	Total	152 m ²
2	Pengelolaan Sampah Plastik	
	Ruang penampung sampah plastik	3 m ²
	Ruang penyortiran sampah plastik	3 m ²
	Ruang pencucian sampah plastik	1,5 m ²
	Ruang pengeringan sampah plastik	15 m ²
	Ruang penggilingan sampah plastik	4 m ²
	Total	28 m ²
3	Pengelolaan Sampah Anorganik	
	Ruang penampung sampah anorganik	3 m ²
	Ruang pemilahan sampah anorganik	2 m ²
	Total	5 m ²
TOTAL		185 m²

Layout TPA Amurang Raya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Layout TPA Amurang

4. Kesimpulan

Data kebutuhan yang didapatkan merupakan data timbunan sampah tahun 2020-2023 dan jumlah penduduk kecamatan Amurang Raya meliputi 3 kecamatan yaitu kecamatan Amurang, kecamatan Amurang Barat dan kecamatan Amurang Timur di tahun 2010 dan tahun 2020.

Pada 20 tahun kedepan kebutuhan sampah di kecamatan Amurang Raya dibutuhkan luas lahan TPA yaitu 73,0 ha dan luas urug yaitu 51,5 ha dengan jumlah penduduk diperkirakan sebesar 74.430 jiwa.

Direncanakan kebutuhan luas lahan dan luas lahan urug dengan sel direncanakan 1 zona dengan 2 zona pengembangan, lapisan dasar sel terdiri dari 5 lapisan, lapisan pengumpul gas menggunakan pengumpul vertikal dan horizontal. Kolam pengumpul lindi dengan jenis kolam ipal yang terdiri dari unit screen, unit equalisasi, unit ABR, unit fakultatif, unit maturase dan 3 kolam unit weatland. Memiliki bangunan-bangunan penunjang selama pengoperasian TPA. Dan kebutuhan lahan penutup menggunakan biodegradable liners, kompos dan terpal sebagai pengganti tanah penutup atau pun lapisan membrane biodegradable sintesis.

Referensi

- AKT Dundu. 2014. *Banjir Manado, Apa Yang Harus Dilakukan Dan Oleh Siapa*. TEKNO, Vol. 12. No. 16
- Chatrin Toreh, Hendra Riogilang, Steeva Rondonuwu. 2023. *Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi TPA Tobelo Marahai di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara*. TEKNO, Vol. 21. No. 85

- Herawaty Riogilang. 2020. *Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan Di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado*. Media Matrasain Volume 17 No. 2
- Immanuel M. Salindeho, Hendra Riogilang, Isri R. Mangangka. 2024. *Evaluasi Pengakutan Sampah di Kecamatan Malalayang*. TEKNO, Vol. 22, No. 89
- Jonatan I.J Lawa, Isri Mangangka, Herawaty Riogilang. 2021. *Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R di Kabupaten Mapanget Kota Manado*. TEKNO – Volume 19 Nomor 78 – Agustus 2021
- JS Sumarab, IR. Mangangka, CJ Supit. 2022. *Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS 3R) Di Kecamatan Amurang Raya*. TEKNO, Vol. 20, No. 81
- Joegijantoro, Rudy. 2021. *Ekologi Kesehatan Lingkungan*, Malang : Intimedia
- Ragil A. P. Hartono, Hendra Riogilang, Isri. R. Mangangka. 2022. *Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan*. TEKNO – Vol. 20, No. 82
- Rahmat. 2014. *Model Implementasi Kebijakan Publik dalam Pengelolaan Sampah dan Kebersihan Kota Palembang*. Jurnal Mimbar. Vol. XXX, No. 1 (Juni 2014): 108-117. Bandung : P2U LPPM Unisba.
- Sinta Wijaya, Hendra Riogilang, Oktovian Sompie. 2022. *Analisis Kapasitas Pengolahan Air Lindi di TPA Aertembaga Kota Manado*. TEKNO, Vol. 20. No. 82