

**PENGENDALIAN AIR LINDI PADA PROSES PENUTUPAN
TPA GAMPONG JAWA, KOTA BANDA ACEH TERHADAP
KUALITAS AIR SUMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh :

M. AKBAR ARDIANSYAH HASIBUAN

NIM. 140702010

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2019 M / 1440 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGENDALIAN AIR LINDI PADA PROSES PENUTUPAN TPA GAMPONG JAWA, KOTA BANDA ACEH TERHADAP KUALITAS AIR SUMUR



M. AKBAR ARDIANSYAH HASIBUAN
NIM. 140702010

Disahkan pada tanggal, 10 Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I



Yeggi Darnas, S.T., M.T.
NIDN. 2020067905

Pembimbing II



Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc.
NIDN. 2022108701

**PENGENDALIAN AIR LINDI PADA PROSES PENUTUPAN TPA
GAMPONG JAWA, KOTA BANDA ACEH TERHADAP KUALITAS AIR
SUMUR**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal:

Selasa, 10 Juli 2019
6 Dzulqa'dah 1440 H

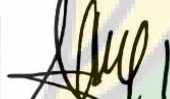
Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Yeggi Darnas, S.T., M.T
NIDN. 2020067905

Sekretaris,



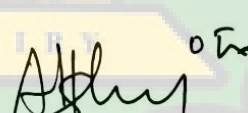
Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc
NIDN. 2022108701

Penguji I,



Dr. Abd Mujahid Hamdan
NIDN. 2013128901

Penguji II



Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Azhar, S. Pd., M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : M. Akbar Ardiansyah Hasibuan

NIM : 140702010

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Tahun Akademik : 2018/2019

Dengan ini menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“PENGENDALIAN AIR LINDI PADA PROSES PENUTUPAN TPA
GAMPONG JAWA, KOTA BANDA ACEH TERHADAP KUALITAS AIR
SUMUR”**

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Banda Aceh, 10 Juli 2019

Yang Menyatakan



M. Akbar Ardiansyah Hasibuan

ABSTRAK

TPA Gampong Jawa merupakan tempat pemrosesan akhir sampah yang berada di Kota Banda Aceh dengan luas lahan ± 21 Ha. TPA Gampong Jawa menerapkan sistem operasi secara *sanitary landfill*. Pencemaran lingkungan dari air lindi berpotensi memberikan dampak negatif terhadap kualitas air sumur yang berada disekitar TPA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lama umur operasional TPA Gampong Jawa dengan upaya reduksi sampah, mengetahui unit apa saja yang harus diperhatikan dalam penutupan TPA, mengetahui pengaruh air lindi terhadap kualitas air sumur serta mengetahui potensi pemanfaatan TPA kedepannya. Analisis dilakukan dengan mengkaitkan kondisi *eksisting* sesuai dengan PermenPU No.3/PRT/M/2013, sedangkan untuk nilai *Index Pollution* (IP) dianalisis berdasarkan KepmenLH No.115 Tahun 2003 dengan mengambil *sampling* air sumur berjumlah 4 titik yang jaraknya berbeda-beda. Umur operasional TPA Gampong Jawa dengan upaya reduksi sampah (asumsi reduksi sampah 12%) dapat diperpanjang hingga tahun 2026 bulan April hari ke-30 dengan volume sampah 1.603.481 m³ dan asumsi pertumbuhan penduduk berjumlah 301.908 jiwa. Penutupan TPA harus memperhatikan fasilitas seperti tanah penutup, drainase, pengendalian air lindi, unit penangkap gas dan pengontrolan terhadap kebakaran dan bau. Nilai IP untuk sumur 1 TPA Gampong Jawa sebesar 5,25 dan sumur 2 TPA Gampong Jawa sebesar 5,39 keduanya masuk dalam kategori cemar sedang, untuk air sumur 1 rumah penduduk memiliki nilai IP sebesar 4,39 dan sumur 2 rumah penduduk memiliki nilai IP sebesar 3,43 yang keduanya masuk dalam kategori cemar ringan. Pemanfaatan TPA Gampong Jawa dapat dijadikan sebagai taman rekreasi, taman baca, taman edukasi pengelolaan sampah, sarana olahraga dan sebagai unit pengolahan biogas.

Kata Kunci: Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), Air Lindi, Index Pollution (IP), Pengendalian

ABSTRACT

TPA Gampong Jawa is a final waste processing site located in Banda Aceh with a land area of ± 21 Ha. The Gampong Jawa landfill implements a sanitary landfill operating system. Environmental pollution from leachate has the potential to have a negative impact on the quality of well water around the landfill. The purpose of this study was to determine the operational life of the Gampong Jawa landfill with efforts to reduce waste, find out which units should be considered in closing the landfill, know the effect of leachate water on the quality of well water and find out the potential utilization of landfill in the future. The analysis was carried out by linking the existing conditions in accordance with PermenPU No.3/PRT/ M /2013, while for the Index Pollution (IP) value was analyzed based on KepmenLH No.115 of 2003 by taking samples of wells totaling 4 points with different distances. The operational life of the Gampong Jawa landfill with the effort of reducing waste (assuming 12% waste reduction) can be extended up to 2026 in April 30th day with a volume of waste of 1,603,481 m³ and the assumption of population growth is 301,908 people. Landfill covering must pay attention to facilities such as land cover, drainage, leachate control, gas capture units and control of fire and the odor. The IP value for the 1 TPA Gampong Jawa well is 5.25 and the 2 TPA Gampong Jawa well is 5.39, both are in the moderate polluted category, for well water 1 resident house has an IP value of 4.39 and the well 2 houses have an IP value amounting to 3.43, both of which fall into the category of mild pollution. Utilization of Gampong Jawa landfill can be used as a recreational park, reading park, waste management education park, sports facilities and as a biogas processing unit.

Keywords: Landfill, Leachate Water, Index Pollution (IP), Control

KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai hudan lin naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil'alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Pengendalian Air Lindi Pada Proses Penutupan TPA Gampong Jawa, Kota Banda Aceh Terhadap Kualitas Air Sumur”** Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Selama persiapan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Eriawati, S.Pd.I., M.Pd selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Yeggi Darnas, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Yeggi Darnas, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dari awal hingga selesai.
4. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini dari awal hingga selesai.
5. Seluruh dosen-dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memotivasi dan mengajari penulis tentang hebatnya ilmu teknik lingkungan.

6. Kepada Ayahanda tercinta Uparuddin Hasibuan yang tanpa lelah mendukung dan selalu memberi doa bagi penulis agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik serta dapat menjalani kehidupan yang lebih baik lagi .
7. Kakak-Kakak dan Abang-Abang saya Yustinawaty Hasibuan, S.E.,Ak., Juli Damayanti Hasibuan, A.Md.Keb., Asrul Abdika Hasibuan, A.Md.T, dan Armansyah Efendi Hasibuan, Amd.Kom,. yang selalu mengirim doa dan semangat kepada penulis.
8. Ibu Zuraidah, M.Si dan Kakak Miftahul Jannah, S.S.Tr yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Teuku Ryven Trias Kembara, S.T., Teuku Raja Raihan Akbar, S.T., Ilhamullah, S.T., dan seluruh teman-teman Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2014.
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT., berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan laporan ini.

Banda Aceh, 10 Juli 2019
Penulis,

M. Akbar Ardiansyah Hasibuan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pengertian Sampah	6
2.2. Penggolongan Sumber Sampah	6
2.3. Komposisi Sampah	7
2.4. Pengelolaan Sampah	8
2.4.1. Timbulan Sampah	10
2.4.2. Penanganan dan Pemilahan Sampah	10
2.4.3. Pengumpulan Sampah	10
2.4.4. Pemilahan, Pengolahan dan Pengubahan Bentuk Sampah.....	10
2.4.5. Pemindahan dan Transportasi	11
2.4.6. Pembuangan Akhir	11
2.5. Timbulan Sampah	11
2.6. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	13
2.6.1. Jenis – Jenis Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	14
2.6.2. Penuutupan TPA	18

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.1.1. Tempat Penelitian	27
3.1.2. Waktu Penelitian	28
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	28
3.3. Jenis Penelitian	28
3.4. Tahapan Penelitian	29
3.5. Digram Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Pengolahan Data	34
4.1.1. Jumlah Volume Sampah yang Masuk ke TPA Gampong Jawa .	34
4.1.2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh.....	36
4.1.3. Proyeksi Jumlah Volume Sampah Kota Banda Aceh	37
4.1.4. Analisis Perpanjangan Umur Pakai TPA Gampong Jawa dengan Upaya Reduksi	40
4.2. Penutupan TPA	42
4.2.1. Tanah Penutup	43
4.2.2. Penataan Sistem Drainase	44
4.2.3. Pengendalian Air Lindi (<i>Leachate</i>)	44
4.2.3.1. Pengontrol Pencemaran Air	44
4.2.3.2. Kualitas Air Lindi Kolam III	44
4.2.3.3. Kualitas Air Sumur	47
4.2.3.4. <i>Index Pollution</i> (IP)	51
4.2.4. Unit Penangkap Gas (Pengoleksi)	58
4.2.5. Kontrol Terhadap Kebakaran dan Bau	59
4.3. Potensi dan Alternatif Pemanfaatan TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65

DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN A PERHITUNGAN	
LAMPIRAN B TABEL	
LAMPIRAN C DOKUMENTASI TUGAS AKHIR	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.3	Perbandingan Komposisi Sampah Pemukiman di Negara Berkembang	7
Tabel 2.2	Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah	11
Tabel 2.3	Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota	12
Tabel 2.4	Klasifikasi Mutu Air dalam Empat Kelas Metode STORET ...	23
Tabel 2.5	Kegiatan Pemantauan Pasca Penutupan	26
Tabel 3.1	Penggunaan Metode Uji Sampel Air	28
Tabel 3.2	Koordinat dan Jarak Pengambilan Sampel	30
Tabel 4.1	Hasil Reduksi Timbulan Sampah	39
Tabel 4.2	Perhitungan Perpanjangan Umur Pakai Lahan Urug Sampah di TPA Gampong Jawa dengan Upaya Reduksi Sampah	41
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Kualitas <i>Leachate</i> Kolam III Tahun 2018 .	45
Tabel 4.4	Hasil Uji Kualitas Air Sumur TPA dan Rumah Penduduk di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium BARISTAND Aceh	47
Tabel 4.5	Permasalahan dalam Penutupan TPA- Tabel Perbandingan	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan	9
Gambar 2.2	TPA dengan Sistem <i>Open Dumping</i>	14
Gambar 2.3	TPA dengan Sistem <i>Controlled Landfill</i>	15
Gambar 2.4	TPA dengan Sistem <i>Sanitary Landfill</i>	16
Gambar 2.5	TPA dengan Sistem Metode Parit	16
Gambar 2.6	TPA dengan Sistem Metode Area	17
Gambar 2.7	TPA dengan Sistem Metode Ramp.....	17
Gambar 2.8	Gambaran Rencana Penutupan TPA dengan Elemen-elemennya	19
Gambar 3.1	Lokasi TPA Gampong Jawa	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4.1	Grafik Volume Timbulan Sampah Harian Yang Masuk ke TPA Gampong Jawa	34
Gambar 4.2	Grafik Jumlah Sampah Yang Masuk ke TPA Gampong Jawa dari Tahun 2008 - 2017	35
Gambar 4.3	Grafik Jumlah Penduduk dan Persentase Pertumbuhan Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2008 - 2017	35
Gambar 4.4	Grafik Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2018 - 2027	36
Gambar 4.5	Grafik Pertambahan Volume Timbulan Sampah Tiap Tahunnya	37
Gambar 4.6	Grafik Proyeksi Volume Timbulan Sampah Kota Banda Aceh dari Tahun 2018 -2027	38
Gambar 4.7	Nilai TSS untuk Kelas I	51
Gambar 4.8	Nilai pH untuk Kelas I	52
Gambar 4.9	Nilai BOD untuk Kelas I	53
Gambar 4.10	Nilai COD untuk Kelas I	53
Gambar 4.11	Nilai Cd untuk Kelas I	55

Gambar 4.12	Nilai Hg untuk Kelas I	55
Gambar 4.13	Nilai N total untuk Kelas I	56
Gambar 4.14	Nilai <i>E coli</i> untuk Kelas I	57
Gambar 4.15	Nilai Pij untuk Sampel Air Sumur Peruntukan Air Minum (Kelas I)	57
Gambar 4.16	Pipa Penangkap Gas yang Terhubung ke ITF	59
Gambar 4.17	Skema Penentuan Alternatif dalam Pemanfaatan Perencanaan Penutupan TPA	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang saat ini menjadi permasalahan yang serius. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dan tepat maka akan menyebabkan pencemaran dan menimbulkan masalah bagi kesehatan manusia (Mawaddah, 2016).

Sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia ataupun yang berasal dari proses alam yang berbentuk padat (UU No.18 Tahun 2008). Sedangkan menurut SNI 19-2454-2002 tentang Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, sampah adalah limbah padat yang terdiri dari bahan organik dan anorganik yang tidak dapat dimanfaatkan kembali serta harus dilakukan pengelolaan yang baik agar tidak berdampak negatif yang dapat membahayakan lingkungan (SNI 19-2454-2002).

Allah SWT telah berfirman di dalam Al-Qur'an, terdapat ayat yang berkaitan dengan masalah kerusakan lingkungan seperti masalah sampah yang dijelaskan dalam Surah Ar-Rum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ
بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : “ Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) ”.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yaitu tempat yang digunakan sebagai tempat untuk melakukan pengelolaan sampah pada tahap akhir, dimana proses pengelolaan sampah dimulai dari pertama kali sampah dihasilkan (berasal dari sumbernya), dikumpulkan, diangkut, lalu dilakukan proses pengelolaan hingga diurug. Dalam pemilihan lokasi TPA yang dibutuhkan adalah melakukan penentuan

pemilihan lokasi serta melakukan analisa sedemikian rupa agar tidak membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan (Handono, 2010).

TPA Gampong Jawa pertama sekali dibangun pada tahun 1994 dengan luas 12 Ha. Saat bencana gempa bumi dan tsunami tahun 2004, TPA ini hancur total dan menyapu semua sampah yang ada di sana. Setelah difungsikan kembali serta diperluas menjadi 21 Ha dengan 5,24 Ha sebagai tempat pembuangan (yang telah terpakai). TPA Gampong Jawa direhabilitasi pada tahun 2008 oleh Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) Aceh-Nias dan mulai beroperasi secara *sanitary landfill* (sampah ditimbun harian) pada Januari 2009. Sistem lahan urug saniter ini merupakan salah satu cara pengelolaan sampah yang dilakukan dengan meratakan dan mengompaksikan sampah yang dibuang, serta dilakukan penutupan dengan lapisan tanah pada setiap akhir jam operasi (DLHK3 Banda Aceh, 2018).

TPA dengan sistem *sanitary landfill* ini juga dapat mengurangi emisi dari gas metan dan lindi yang dihasilkan TPA sehingga akan lebih aman terhadap lingkungan dan terhadap manusia (Abdulgani, 2006). Untuk penutupan sampah ini, setiap tahunnya dibutuhkan tidak kurang dari 5000 m³ tanah dan 3500 m³ kompos. Kompos digunakan untuk mengurangi bau tak sedap yang ditimbulkan oleh sampah (DLHK3 Banda Aceh, 2018).

Untuk setiap TPA memiliki masa umur operasional yang dapat dilihat dari aspek daya tampung lahan dan timbunan sampah yang masuk ke TPA. Selain dari pada itu TPA Gampong Jawa direncanakan untuk masih dapat menampung sampah hingga bulan April 2018, namun nyatanya hingga saat ini TPA Gampong Jawa masih digunakan dan hal tersebut sudah melewati batas umur yang telah ditetapkan. Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa TPA Gampong Jawa telah mengalami over kapasitas yang akan berdampak terhadap pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan dapat terjadi di udara akibat adanya dekomposisi sampah, selain itu pencemaran lingkungan juga dapat mencemari air dan tanah akibat adanya rembesan dari *leachate*, sehingga akan menyebabkan kondisi lingkungan tidak dalam kondisi normal. Kondisi tersebut akan menyebabkan

adanya kenaikan suhu dan perubahan pH (tanah dan air) menjadi asam ataupun basa (Suhartini, 2008).

Penyebaran dari air lindi ada yang dapat terinfiltrasi ke dalam tanah dan sebagian ada yang mengikuti aliran *run off*, sehingga dapat mencemari tanah, air tanah dan air sungai apabila konsentrasi kontaminannya terlalu tinggi. Air lindi mengandung bahan-bahan organik dan anorganik serta sejumlah bakteri patogen. Air yang sudah tercemar oleh bakteri patogen dan tidak memenuhi syarat baku mutu yang diperbolehkan akan mempengaruhi kesehatan manusia (Krismanto, 2007).

Air sumur penduduk yang berada disekitar TPA Gampong Jawa merupakan sumber air utama bagi masyarakat sekitar dan air sumur tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk mandi cuci kakus (MCK). Adanya perubahan kualitas air yang disebabkan adanya pengaruh air lindi yang berada disekitar TPA, diindikasikan akan mengurangi penggunaan air sumur oleh masyarakat TPA Gampong Jawa. Namun, diharapkan dengan adanya penerapan metode *sanitary landfill* dalam pengelolaan sampah, pengaruh dari pencemaran air lindi terhadap lingkungan dapat dicegah.

Untuk TPA yang masa penggunaannya telah selesai, dibutuhkan sebuah konsep perancangan penutupan TPA agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan yang lebih lanjut disekitar lahan TPA. Selain melakukan penutupan terhadap TPA lama, adapun langkah yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan atau rehabilitas pasca penutupan TPA agar lahan tersebut tidak menjadi lahan kritis dan tanpa fungsi (Nurdiansyah dkk, 2016).

Atas dasar permasalahan yang telah dipaparkan diatas, sangat penting untuk melakukan pengkajian yang lebih lanjut. Atas dasar inilah penulis memilih judul sebagai Tugas Akhir: **“Pengendalian Air Lindi Terhadap Kualitas Air Sumur disekitar TPA Gampong Jawa, Kota Banda Aceh pada Proses Penutupan TPA”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa lama umur operasional TPA Gampong Jawa yang dapat diperpanjang dengan upaya reduksi sampah?
2. Apa saja unit yang harus diperhatikan dalam penutupan TPA Gampong Jawa?
3. Bagaimana pengaruh dari air lindi TPA Gampong Jawa yang menggunakan sistem *sanitary landfill* terhadap kualitas air sumur disekitar TPA Gampong Jawa?
4. Bagaimana potensi keberlanjutan pemanfaatan TPA Gampong Jawa setelah dilakukan penutupan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui lama umur operasional TPA Gampong Jawa yang dapat diperpanjang dengan upaya reduksi sampah;
2. Untuk mengetahui unit apa saja yang harus diperhatikan dalam penutupan TPA Gampong Jawa;
3. Untuk mengetahui pengaruh dari air lindi TPA Gampong Jawa yang menggunakan sistem *sanitary landfill* terhadap kualitas air sumur disekitar TPA Gampong Jawa; dan
4. Untuk mengetahui potensi keberlanjutan pemanfaatan TPA Gampong Jawa setelah dilakukan penutupan.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung data timbulan sampah yang diangkut ke TPA Gampong Jawa;
2. Menghitung proyeksi jumlah timbulan sampah;
3. Menghitung Jumlah daya tampung sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa;

4. Melakukan pengujian sampel terhadap air sumur disekitar TPA Gampong Jawa;
5. Sumur yang dilakukan pengujian sampel berjumlah empat buah sumur;
6. Tidak menghitung biaya penutupan TPA Gampong Jawa; dan
7. Menganalisis Umur Pakai TPA Gampong Jawa dengan upaya reduksi sampah.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis

Sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan dalam bidang penelitian, pengelolaan sampah dan dapat mengetahui tentang metode penutupan TPA serta mengetahui pemanfaatan TPA kedepannya.

2. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi TPA ke depannya dan dapat dijadikan sebagai pendorong dalam masyarakat terhadap pengelolaan sampah, sehingga akan bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis, serta menumbuhkan rasa kepedulian masyarakat dalam pengelolaan sampah dan meningkatkan kualitas lingkungan. Serta memberikan informasi terkait status baku mutu air sumur sehingga masyarakat dapat mengetahui kualitas air sumur yang akan digunakan.

3. Bagi Pemerintah

Sebagai bahan masukan terhadap Pemerintah Kota Banda Aceh untuk menentukan kebijakan – kebijakan dalam pengelolaan sampah agar pelaksanaan pengelolaan sampah dapat berjalan dengan baik serta dapat mengetahui penggunaan metode yang digunakan dalam penutupan TPA Gampong Jawa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Sampah

Sampah adalah barang yang tidak dapat digunakan kembali yang berasal dari aktivitas manusia sehari-hari ataupun yang berasal dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah harus dikelola dengan baik agar tidak membahayakan lingkungan serta memiliki nilai ekonomis apabila dimanfaatkan dengan tepat (Mulyani, 2014).

Menurut Suprihatin dkk. (1999), berdasarkan asalnya, sampah dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu :

1. **Sampah Organik (Sampah Basah)**

Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari tumbuhan, hewan dan alam ataupun dari kegiatan manusia seperti pertanian, perikanan dan sebagainya. Sampah jenis ini dapat terurai dengan mudah secara alami di alam. Adapun yang termasuk sampah organik yaitu sisa tepung, sayuran, kulit buah, dan daun.

2. **Sampah Anorganik (Sampah Kering)**

Sampah Anorganik adalah sampah yang berasal dari sumber daya alam yang tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi atau dari proses industri. Sebagian sampah anorganik sangat sulit terurai secara alami, sedangkan sebagian lainnya membutuhkan waktu yang sangat lama agar dapat terurai. Adapun sampah yang termasuk jenis ini yaitu, berupa botol, botol plastik, tas plastik, dan kaleng.

2.2. Penggolongan Sumber Sampah

Menurut Damanhuri dan Tri Padmi (2010), jenis sampah yang dianggap merupakan sejenis sampah yang berdasarkan sumbernya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. **Pemukiman**, yaitu sampah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga atau pemukiman yang biasanya berupa sampah domestik;

2. Institusi dan daerah komersial, yaitu sumber sampah yang dihasilkan dari sekolah, rumah sakit, penjara, pertokoan, rumah makan, pasar, perkantoran, hotel, dan lain-lain;
3. Konstruksi dan pembongkaran bangunan, yaitu sumber sampah yang dihasilkan dari kegiatan pembuatan konstruksi baru, perbaikan jalan, dan lain-lain;
4. Fasilitas umum, yaitu sampah yang bersumber dari taman, pantai, penyapuan jalan, tempat rekreasi, dan lain-lain;
5. Pengolah limbah domestik seperti Instalasi Pengolahan Air Minum, Instalasi Pengolahan Air Buangan, dan Insinerator;
6. Kawasan Industri, yaitu jenis sampah yang ditimbulkan adalah sisa proses produksi, buangan non industri, dan lain sebagainya tergantung dari jenis industrinya; dan
7. Pertanian/perkebunan, yaitu jenis sampah yang bersumber dari aktivitas penanaman, pemupukan dan pemanenan. Sampah yang dihasilkan adalah jerami, sisa sayuran, ranting kayu, sisa pertanian dan lain sebagainya.

2.3. Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah suatu penggambaran dari masing-masing komponen yang terdapat pada sisa-sisa buangan padat dan distribusinya. Biasanya komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persen berat (% berat), berat basah ataupun berat kering. Pengelompokan komposisi sampah terdiri atas sampah organik (basah) seperti sisa makanan, kertas, daun, kayu dan kulit. Sedangkan sampah anorganik (kering) terdiri dari bahan-bahan kertas, logam, plastik, gelas, kaca, dan sebagainya (Selintung, dkk. 2015).

Tabel 2.1. Perbandingan Komposisi Sampah Permukiman di Negara Berkembang.

No	Kategori Sampah	Pemukiman <i>Low Income</i>	Pemukiman <i>Middle Income</i>	Pemukiman <i>High Income</i>
1	Kertas	1-10	15-40	15-40
2	Kaca, keramik	1-10	1-10	4-10

Tabel 2.1. Perbandingan Komposisi Sampah Permukiman di Negara Berkembang (lanjutan).

No	Kategori Sampah	Pemukiman <i>Low Income</i>	Pemukiman <i>Middle Income</i>	Pemukiman <i>High Income</i>
3	Logam	1-5	1-5	3-13
4	Plastik	1-5	2-6	2-10
5	Kulit, karet	1-5	-	-
6	Kayu	1-5	-	-
7	Tekstil	1-5	2-10	2-10
8	Sisa Makanan	40-85	20-65	20-50
9	Lain-lain	1-40	1-30	1-20

Sumber : Ramandhani (2011).

Menurut Damanhuri dan Tri Padmi (2010) komposisi sampah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor:

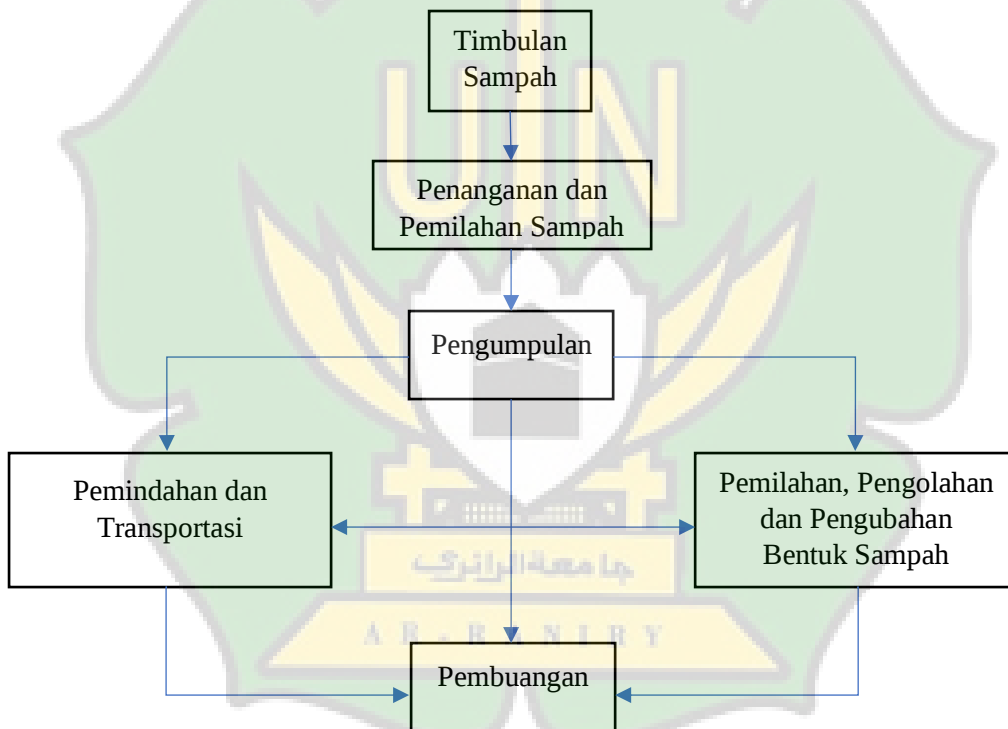
1. Cuaca, yaitu daerah yang memiliki kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi;
2. Frekuensi pengumpulan, yaitu seiring dengan banyaknya sampah yang dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk;
3. Musim, yaitu jenis sampah ini khususnya akan ditentukan oleh musim yang sedang terjadi, seperti musim gugur, musim buah-buahan;
4. Tingkat aktivitas, yaitu semakin tinggi aktivitas dan tingkat sosial suatu daerah maka akan berpengaruh terhadap jumlah sampah;
5. Pendapatan per kapita/tingkat ekonomi, yaitu semakin tinggi pendapatan suatu masyarakat maka akan semakin tinggi pula tingkat konsumsi barang; dan
6. Kemasan produk, yaitu pengemasan suatu produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi jumlah sampah.

2.4. Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah suatu kegiatan yang berkaitan terhadap pengontrolan dalam hal pengendalian timbulan sampah, penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pengolahan serta pembuangan

sampah. Dimana hal tersebut dilakukan dengan aturan prinsip yang baik, serta berhubungan terhadap kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik, konservasi, dan keindahan alam, serta pertimbangan lingkungan lainnya (Fadhilah dkk, 2011).

Masalah sampah akan mengalami peningkatan jika tidak diikuti dengan manajemen prasarana dan sarana yang baik dan memadai serta kurangnya perilaku yang baik dari masyarakat terhadap lingkungan. Pengelolaan sampah seharusnya tidak hanya menjadi tanggung jawab dari pemerintah semata dan bukan hanya sekedar masalah teknis ataupun teknologi saja, melainkan dari masing-masing pihak memiliki peranan yang sama dalam pengelolaan sampah (Selintung dkk, 2015).



Gambar 2.1. Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan.

(Sumber : Benedictus, 2010).

Menurut Benedictus (2010), hubungan antara elemen-elemen tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1, dengan penjelasan dari masing-masing elemen sebagai berikut :

2.4.1. Timbulan Sampah

Timbulan sampah merupakan salah satu aktivitas yang berhubungan dengan mengidentifikasi material yang sudah tidak lagi bernilai yang kemudian dibuang atau dikumpulkan dalam suatu tempat pembuangan. Pada elemen ini jumlah sampah yang timbul dilakukan penghitungan dan melakukan analisis terhadap karakteristiknya, hal ini berguna sebagai dasar dalam penentuan pengelolaan sampah di suatu daerah.

2.4.2. Penanganan dan Pemilahan Sampah

Menurut SNI 19-2454-2002, tentang Tata Cara Teknis Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, pemilahan sampah adalah proses pemisahan sampah yang dipisahkan berdasarkan jenis sampah yang dilakukan sejak dari sumber sampah ke pembuangan akhir. Sedangkan pemilahan yaitu pemilahan terhadap barang yang dapat digunakan kembali ataupun dapat didaur ulang.

2.4.3. Pengumpulan Sampah

Tujuan dari elemen pengumpulan sampah yaitu tidak hanya berupa kegiatan pengumpulan sampah dan pengangkutan material yang terkumpul ke lokasi dimana dilakukan proses pengosongan kendaraan pengangkut (Vincent, 2013). Menurut Benedictus (2010), pada tahap ini juga harus dipikirkan pengkonsepan bagaimana metode yang akan digunakan untuk mengumpulkan sampah dari tiap sumber, peralatan yang digunakan, jadwal pengumpulan dan rute yang akan dilalui.

2.4.4. Pemilahan, Pengolahan dan Pengubahan Bentuk Sampah

Pengolahan sampah dapat dilakukan dengan cara pengomposan. Secara umum, teknik pengolahan sampah terdiri dari beberapa metode, yaitu mengurangi sampah (*reduce*), pemanfaatan kembali (*reuse*), daur ulang (*recycling*), pengurangan volume dan berat volume, serta pengomposan. Pengurangan volume dan berat volume dilakukan dengan melakukan pembakaran ataupun pemadatan (Azsmi, 2014).

Pengubahan bentuk sampah yaitu mengubah bentuk fisik dari sampah yang bertujuan untuk mempermudah penyimpanan dan pengangkutan sampah. Beberapa contoh penerapan metode ini antara lain adalah mereduksi ukuran

sampah dengan menggunakan mesin pencacah ataupun mesin pemadat (Benecditus, 2010).

2.4.5. Pemindahan dan Transportasi

Pemindahan dan pengangkutan melibatkan dua langkah yaitu pemindahan sampah dari kendaraan pengumpul kecil (truk) ke peralatan transportasi yang lebih besar (*container*) dan selanjutnya pengangkutan sampah memiliki jarak yang panjang dari tempat pemrosesan menuju ke tempat pemrosesan akhir (Vincent, 2013).

2.4.6. Pembuangan Akhir

Pada elemen pembuangan akhir ini sampah-sampah yang merupakan sisa residu dari pengolahan sebelumnya terutama sampah-sampah yang tidak dapat digunakan kembali ataupun didaur ulang kembali, akan dikumpulkan dan dibuang ke tempat pemrosesan akhir (Benecditus, 2010).

2.5. Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun per kapita per hari, atau perluas bangunan, atau perpanjang jalan. Data timbulan sampah diperlukan untuk menentukan fasilitas setiap unit pengelolaan sampah serta untuk mengetahui desain sistem pengelolaan sampah, jenis/tipe peralatan untuk transportasi sampah, rute pengangkutan, luas dan desain TPA (SNI 19-2454-2002).

Untuk setiap besaran timbulan sampah berdasarkan komponen sumber sampah dapat dilihat pada Tabel 2.2, sementara untuk besaran timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2. Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah.

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (L)	Berat (kg)
1	Rumah Permanen	orang/hari	2,25 – 2,50	0,35 – 0,40
2	Rumah Semi Permanen	orang/hari	2,00 – 2,25	0,30 – 0,35
3	Rumah Non Permanen	orang/hari	1,75 – 0,20	0,25 – 0,30
4	Kantor	pegawai/hari	0,50 – 0,75	0,025 – 0,10

Tabel 2.2. Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah (lanjutan).

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (L)	Berat (kg)
5	Toko/Ruko	petugas/hari	2,50 – 3,00	0,15 – 0,35
6	Sekolah	murid/hari	0,10 – 0,15	0,01 – 0,02
7	Jalan Arteri Sekunder	Per meter/hari	0,10 – 0,15	0,02 – 0,10
8	Jalan Kolektor Sekunder	Per meter/hari	0,10 – 0,15	0,01 – 0,05
9	Jalan Lokal	Per meter/hari	0,05 – 0,1	0,005 – 0,025
10	Pasar	Per meter ² /hari	0,20 – 0,60	0,1 – 0,3

Sumber : SNI 19-3983-1995.

Tabel 2.3. Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota.

No	Klasifikasi Kota	Volume (liter/orang/hari)	Berat (kg/orang/hari)
1	Kota Sedang (100.000 – 500.000 jiwa)	2,75 – 3,25	0,70 – 0,80
2	Kota Kecil (20.000 – 100.000 jiwa)	2,5 – 2,75	0,625 – 0,70

Sumber : SNI 19-3983-1995.

- Rata – Rata Jumlah Sampah per Hari

Perhitungan jumlah sampah yang masuk ke TPA setiap hari dihitung dengan menggunakan Rumus Rataan Hitung (*mean*) sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

$\bar{X}$ = nilai sampah rata-rata per hari

$X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_n$ = jumlah sampah setiap harinya

n = banyaknya hari waktu survei

- Persentase Jumlah Volume Sampah per Tahun

Perhitungan jumlah volume sampah yang masuk ke TPA setiap tahunnya dihitung dengan menggunakan sebagai berikut :

$$= \frac{\text{jumlah sampah tahun ke } n2 - \text{jumlah sampah tahun ke } n1}{\text{jumlah sampah tahun ke } n1} \times 100\% \quad (2.2)$$

- Menghitung Prediksi Jumlah Sampah

Untuk memprediksikan jumlah sampah dapat menggunakan rumus Aritmatika sebagai berikut :

$$P_n = P_0 + K_a(T_n - T_0) \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1}$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk yang diproyeksikan pada tahun ke-n

P_0 = Jumlah penduduk tahun dasar

K_a = Konstanta Aritmatika

T_n = Tahun ke-n

T_0 = Tahun dasar

n = Jumlah data diketahui

2.6. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah adalah tempat / sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pemrosesan sampah pada tahap akhir. Tahapan pengelolaannya dimulai dari timbulnya sampah dari sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA digunakan sebagai tempat untuk menyimpan dan memusnahkan sampah dengan cara tertentu, sehingga dampak negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan dapat diminimalisir (Rumbruren dkk, 1991).

Di TPA sendiri, sampah masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu yang cukup lama. Beberapa jenis sampah ada yang dapat terurai secara cepat dan ada yang lebih lambat, bahkan ada beberapa jenis sampah yang tidak dapat terurai hingga puluhan tahun seperti plastik. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa setelah masa pakai operasional TPA selesai beroperasi, masih terdapat proses yang akan berlangsung dan menghasilkan beberapa zat yang akan berdampak negative terhadap lingkungan. Oleh sebab, itu diperlukan lagi pengawasan terhadap TPA yang telah ditutup (Suharti dkk, 2014).

Indonesia merupakan negara yang komposisi sampah basah nya lebih banyak dibandingkan sampah kering, sehingga kebanyakan pengolahan sampah basah yang masuk ke TPA dijadikan kompos dan biogas. Sampah basah mempunyai kandungan air yang sangat tinggi, sehingga akan menghasilkan lindi dalam jumlah yang besar pula. Lindi yang dihasilkan dari sampah tersebut seharusnya dapat dilakukan pengelolaan terlebih dahulu karena jika tidak ada pengelolaan, maka lindi berpotensi sekali untuk mencemari lingkungan mengingat lindi merupakan salah satu air limbah yang mengandung ammonium, bahan organik, serta garam dalam konsentrasi yang tinggi (Pandebesie, 2012).

2.6.1. Jenis – Jenis Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Jenis-jenis Tempat Pemrosesan Akhir sampah secara garis besar terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

1. *Open Dumping*

Open dumping adalah sistem pembuangan yang dilakukan secara terbuka dengan area cukup luas yang digali atau bekas jurang. Pengoperasian dengan sistem *open dumping* ini relatif mudah. Namun dengan menggunakan sistem pengoperasian model *open dumping* berpotensi menimbulkan masalah terhadap estetika dan lingkungan terutama dari air lindi yang dapat mencemari air tanah serta timbulnya bau dan lalat yang mengganggu (Wahyono, 2001).



Gambar 2.2. TPA dengan Sistem *Open Dumping*
(Sumber : TridiNews, 2013).

2. **Controlled Landfill**

Controlled landfill merupakan sistem *open dumping* yang telah mengalami pengembangan/perbaikan dan merupakan sistem pengalihan dari sistem *open dumping*. *Sanitary landfill* yaitu sampah yang telah penuh/dipadatkan ditutup dengan lapisan tanah setelah mencapai periode tertentu (Sari, 2012).

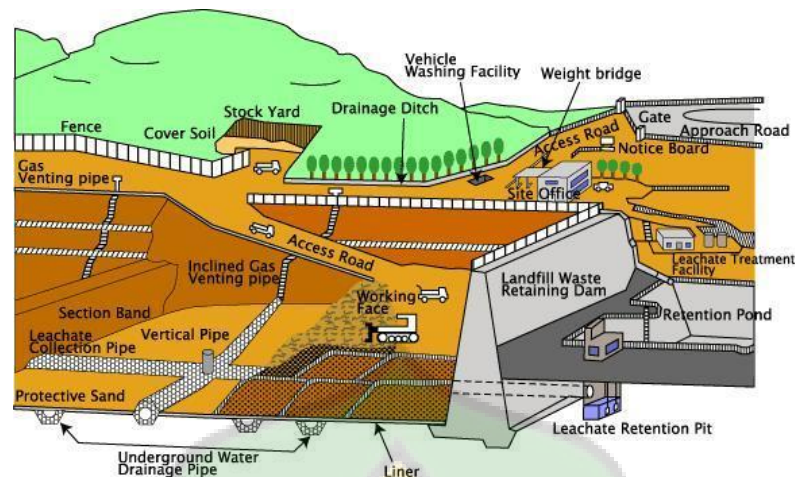


Gambar 2.3. TPA dengan Sistem *Controlled Landfill*

(Sumber :The Thousand Pieces Of Me, 2013).

3. **Sanitary Landfill**

Sistem *sanitary landfill* yaitu pemusnahan sampah dengan membuang dan menumpuk sampah pada bidang tanah yang cekung, kemudian dipadatkan dan dilakukan penimbunan (ditutup) dengan lapisan tanah. Tahap penimbunan ini dilakukan secara berulang-ulang layaknya kue lapis yang terdiri atas penimbunan sampah yang ditutup tanah. Tanah yang awalnya berlekuk menjadi rata oleh *sanitary landfill*. Dengan sistem ini hal penting yang harus dijaga adalah memperhatikan sampah agar tidak merusak lingkungan, merembes dan mencemari air tanah (Damanhuri, 2008).



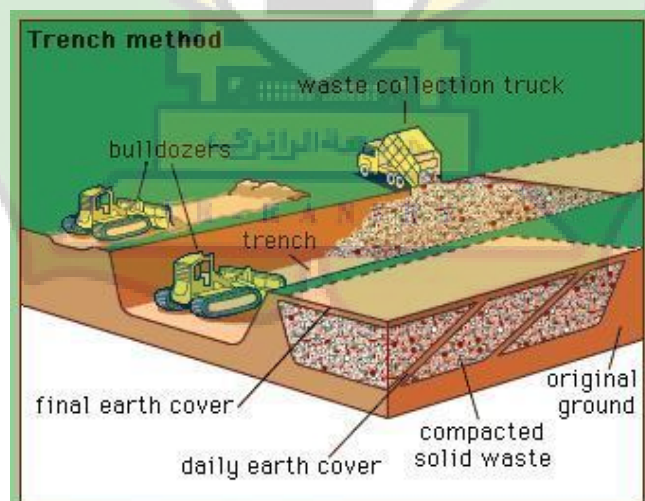
Gambar 2.4. TPA dengan Sistem *Sanitary Landfill*

(Sumber : The Thousand Pieces Of Me, 2013).

Menurut Susilo (2013), metode yang digunakan dalam *sanitary landfill* adalah sebagai berikut :

1. Metode Parit (*Trench*)

Metode parit diterapkan terhadap tanah yang memiliki permukaan datar dengan luas relatif kecil serta harus memiliki tanah penutup yang cukup. Sampah dibuang ke dalam lubang dan kemudian ditutup dengan tanah penutup di setiap akhir jam operasi.



Gambar 2.5. TPA dengan Metode Parit

(Sumber : Marialeahflor, 2015).

2. Metode Area

Metode ini pada umumnya digunakan pada kawasan dengan permukaan lahan yang tidak rata dan luas. Dalam metode ini, timbunan sampah diratakan dan dipadatkan menggunakan sebuah *bulldozer*.

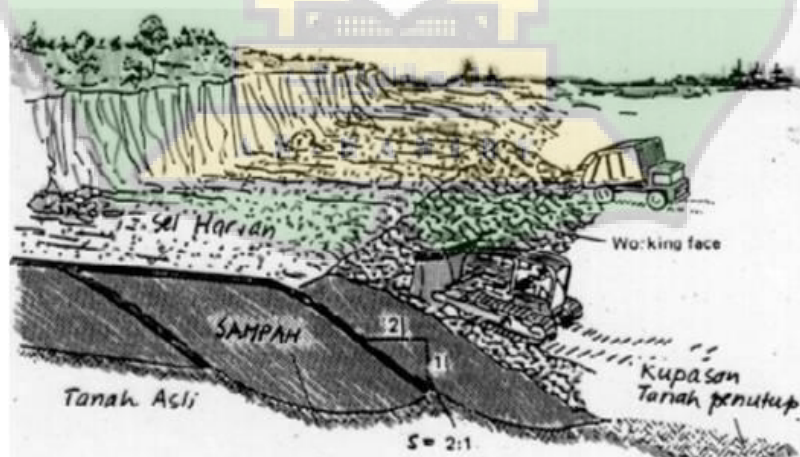


Gambar 2.6. TPA dengan Metode Area

(Sumber : Marialeahflor, 2015).

3. Metode Ramp (Slope)

Sistem kerja metode ini adalah sampah disebar dan dipadatkan pada daerah lahan yang kemudian akan membentuk suatu kemiringan tertentu.



Gambar 2.7. TPA dengan Sistem Metode Ramp

(Sumber : Damanhuri, 2008).

2.6.2. Penutupan TPA

Penutupan TPA dan perawatan pasca-penutupan adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan apa yang akan terjadi terhadap TPA yang telah selesai beroperasi dimasa yang akan datang. Untuk memastikan bahwa TPA yang telah selesai beroperasi akan dijaga hingga 30 sampai 50 tahun kedepan, banyak negara yang telah mengeluarkan biaya untuk melakukan perawatan terhadap TPA dan hal tersebut sudah dijelaskan dalam peraturan perundang-undangan suatu negara (Tchobanoglous, 2002).

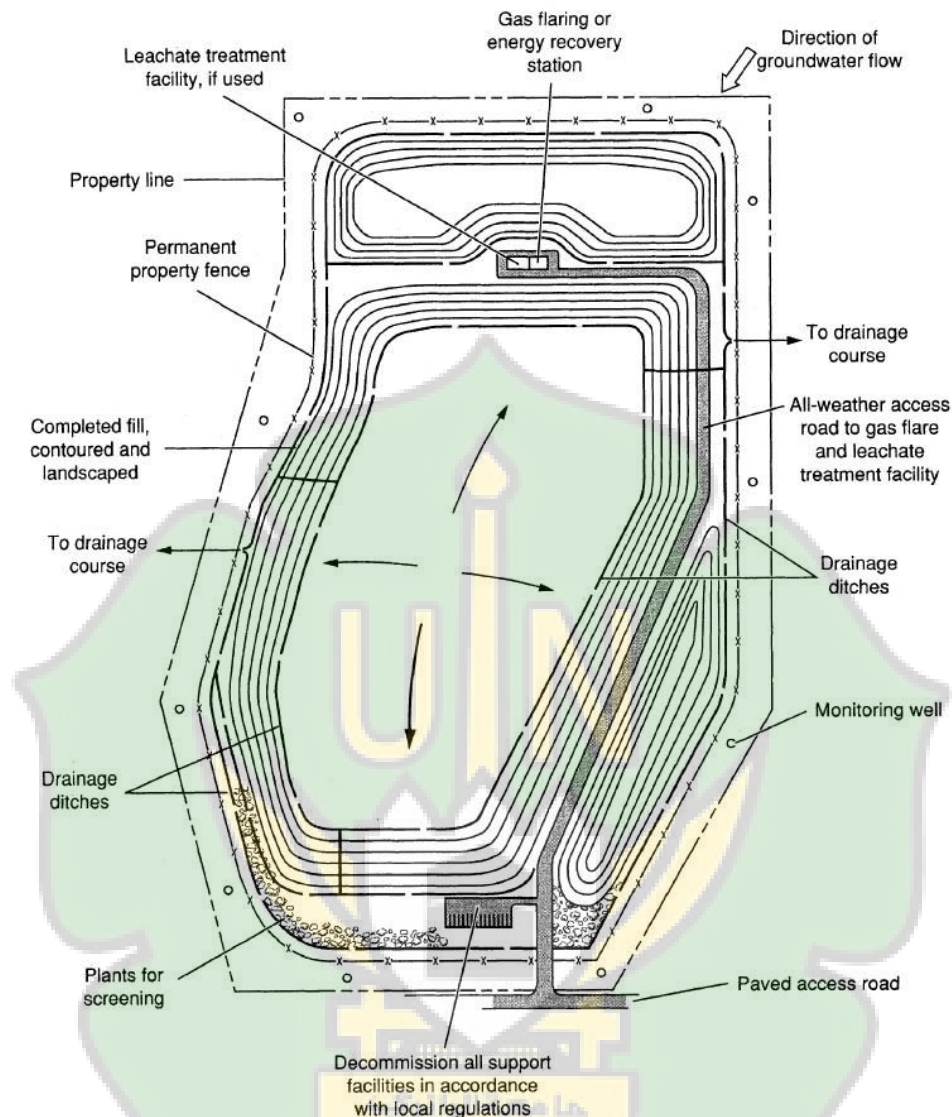
Menurut Peraturan Menteri Perumahan Umum No.3/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, penutupan TPA dapat dilakukan apabila memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. TPA sudah penuh dan tidak dapat dilakukan perluasan;
2. Keberadaan TPA sudah tidak sesuai lagi dengan RTRW/RTRK Kota/Kabupaten;
3. TPA dioperasikan secara penimbunan terbuka; dan
4. TPA menimbulkan masalah lingkungan.

Kegiatan penutupan TPA terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

a. **Penyusunan Rancangan Teknis Penutupan**

Sebelum TPA dilakukan penutupan atau berhenti dalam menerima pembuangan sampah, rencana desain penutupan TPA harus terlebih dahulu disiapkan setidaknya 1 (satu) tahun sebelum dilakukan penutupan. Menurut Tchobanoglous (2002), penutupan TPA juga harus mencakup rencana jangka panjang untuk pengendalian air limpasan, pengendalian erosi, gas dan pengumpulan dan pengolahan lindi, serta pemantauan lingkungan. Rencana penutupan untuk TPA dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Gambaran Rencana Penutupan TPA dengan elemen-elemennya
(Sumber : Tchobanoglous, 2002).

b. Pra Penutupan

Kegiatan pra penutupan TPA diperlukan langkah sebagai berikut:

- Pengumpulan data fisik kondisi lahan yang dibutuhkan berupa pengukuran topografi dari seluruh area TPA, agar rencana terhadap penutupan TPA dapat tergambar dengan baik;
- Pengumpulan ulang informasi terkait data klimatologi, hidrogeologi dan geoteknis;

- Melakukan kajian terhadap potensi gas dan lindi di dalam tumpukan sampah; dan
- Melakukan sosialisasi rencana penutupan TPA melalui pemasangan papan pengumuman di lokasi TPA ataupun dimuat pada media massa setempat.

c. Pelaksanaan Penutupan

Yang harus diperhatikan dalam kegiatan pelaksanaan penutupan adalah sebagai berikut :

- **Penyiapan stabilitas tumpukan sampah**
Tumpukan sampah yang tinggi dan tidak stabil akan sangat membahayakan. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengurangi tingkat bahaya ketiakstabilan lereng dari ketinggian tumpukan sampah. Menurut SNI 19-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, kemiringan yang diperbolehkan untuk lahan TPA adalah $< 20\%$.
- **Pemberian lapisan tanah penutup akhir**
Tanah penutup berfungsi untuk menjaga kestabilan lereng, tumbuhnya tanaman dengan baik dan untuk mengurangi terjadinya infiltrasi, bau serta mencegah binatang bersarang di tumpukan sampah. Menurut SNI 19-3241-1994, kondisi tanah yang harus produktif dan adanya ketersediaan tanah penutup.
- **Pembuatan tanggul sebagai pengaman dalam mencegah kelongsoran sampah**
Pada penutupan TPA, pembuatan tanggul harus diperhatikan. Tanggul tersebut untuk mencegah terjadinya longsoran sampah, sehingga sampah tidak akan berserakan dan tidak akan mengganggu lingkungan hidup serta masyarakat sekitar TPA.
- **Penataan saluran drainase**
Saluran drainase diperlukan penataan dalam sistem pengoperasian *sanitary landfill*. Drainase ini berfungsi untuk mengendalikan air limpasan air hujan yang akan masuk ke dalam timbunan sampah (Damanhuri, 2006).

- Pengendalian lindi

Air lindi (*leachate*) merupakan limbah cair yang berasal dari adanya pengaruh air eksternal yang masuk ke dalam timbunan sampah dan membilas materi terlarut seperti materi organik hasil dari dekomposisi (pengurangan) biologis (Said dan Dinda, 2015).

Lindi perlu dikendalikan agar tidak mencemari lingkungan sekitar TPA dan kesehatan manusia, karena TPA menampung berbagai jenis sampah sehingga mengandung berbagai bahan pencemar serta memiliki karakteristik air lindi yang berbeda (fisika, kimia dan biologis) (Sari dan Afdal, 2017).

Potensi pencemaran yang diakibatkan oleh lindi terhadap lingkungan cukup besar, dan pembentukan lindi memiliki waktu yang cukup lama yaitu sekitar 20 – 30 tahun setelah TPA di tutup (Darnas, 2016). Untuk kemiringan saluran pengumpul lindi berkisar 1 - 2 % dengan pengaliran secara gravitasi menuju Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) (Damanhuri, 2006).

Air Lindi yang telah ditampung di kolam penampungan kemudian dialirkan ke sungai atau badan air setelah melalui beberapa kolam atau yang langsung meresap ke talam tanah tanpa ada penampungan dan pengolahan, akan berpengaruh terhadap keberadaan air sumur penduduk ataupun kualitas air sumur yang ada di sekitarnya (Suhartini, 2008).

Menurut Khairunnisa (2018), kualitas air yaitu yang menyatakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, atau komponen lain yang terdapat di dalam air. Untuk mengetahui kualitas air maka diperlukan pengujian, seperti uji parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, COD dan sebagainya), fisik (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya), serta biologi (keberadaan plankton, bakteri dan sebagainya).

Total Suspended Solid (TSS) adalah sisa endapan (residu) dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm (micrometer). pH adalah untuk menyatakan derajat tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Air yang bersifat netral memiliki nilai pH 7. Larutan yang memiliki pH dibawah 7 disebut bersifat asam, dan larutan yang memiliki pH diatas 7 bersifat basa atau alkali (Zulius, 2017).

Selain pengujian parameter pH, parameter kimia lainnya yang diuji adalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yaitu banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurangi atau mengurai kadar senyawa kimia dalam perairan, *Chemical Oxygen Demand* (COD) yaitu oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai atau mengurangi senyawa kimia/limbah yang terkandung dalam air (Rahmawati, 2013).

Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam yang jarang ditemukan bebas di dalam lingkungan. Biasanya air yang terkontaminasi oleh kadmium disebabkan oleh adanya buangan dari industri atau pertambangan. Selain itu, kontaminasi dari kadmium juga dapat disebabkan dari adanya pembakaran sampah, pembakaran batubara dan dari industri baja. Kadmium yang terdapat dalam air sangatlah berbahaya yang akan berdampak pada kesehatan manusia seperti tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan saraf dan tulang serta merusak sel-sel darah merah dalam tubuh (Situmorang, 2017).

Lebih lanjut menurut Situmorang (2017) air raksa (merkuri) termasuk polutan logam berat yang sangat berbahaya. Merkuri terdapat dalam mineral dengan jumlah yang sedikit. Adapun air yang tercemar oleh merkuri berasal dari pembuangan limbah pengolahan emas. Apabila merkuri sudah masuk kedalam tubuh manusia, maka akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti kelumpuhan, dan kebutaan, mengakibatkan perubahan kromosom dan mempengaruhi kelahiran (cacat bawaan pada bayi seperti kasus minamat), mempengaruhi saraf dan sebagainya.

Nitrat merupakan senyawa yang sering ditemukan pada air tanah ataupun air permukaan. Secara alamiah, senyawa nitrogen (nitrit, nitrat dan amonia) suatu perairan berasal dari proses metabolisme organisme perairan dan dekomposisi bahan-bahan organik oleh bakteri. Perairan yang mengandung nitrat dan nitrit dalam jumlah besar akan berdampak pada kesehatan manusia berupa adanya gangguan pada pencernaan, diare bercampur darah, hingga mengakibatkan kematian. Untuk manusia yang keracunan secara kronis akan menyebabkan depresi umum, sakit kepala, dan gangguan mental (Zahara, 2018).

Untuk pengukuran kualitas air menurut Kepmen Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air terdapat dua metoda pengukuran, yaitu dengan metode STORET ataupun metode *Index Pollution* (IP).

1. Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan status mutu air, sehingga akan dapat diketahui parameter yang sudah memenuhi ataupun melampaui baku mutu air yang telah ditetapkan. Prinsip penggunaan metode STORET ini yaitu dengan membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan untuk peruntukannya. Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Klasifikasi Mutu Air Empat Kelas Metode STORET.

No	Kelas	Skor	Keterangan
1	Kelas A = baik sekali	0	Memenuhi baku mutu
2	Kelas B = baik	-1 s/d -10	Cemar ringan
3	Kelas C = sedang	-11 s/d -30	Cemar sedang
4	Kelas D = buruk	≥ -31	Cemar berat

Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003.

2. Metode *Index Pollution* (IP)

Menurut Nemerow (1974, dalam Kepmen LH No. 115 tahun 2003) metode *Index Pollution* (IP) digunakan dalam menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. *Index Pollution* ditentukan dengan membandingkan data simulasi (perhitungan/pengukuran) terhadap baku mutu kualitas air.

Metode *Index Pollution* dibangun berdasarkan dua indeks kualitas, yaitu indeks rata-rata dan indeks maksimum. Indeks rata-rata (I_R) menunjukkan adanya tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Sedangkan, indeks maksimum (I_M) menunjukkan satu jenis parameter yang

dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Hermawan, 2017).

- Pengendalian gas

Gas yang ditimbulkan dari TPA haru dilakukan pengontrolan dan pengendalian agar tidak membahayakan petugas dan masyarakat sekitar yang menggunakan fasilitas TPA. Pemasangan penangkap gas sebaiknya dimulai dari saat lahan urug tersebut dioperasikan (Damanhuri, 2006).

- Pengendalian pencemaran air

Pemantauan dan pengontrolan terhadap kualitas air di sekitar TPA setelah penutupan harus dilakukan minimal setiap 2 tahun. Tiap TPA harus menyiapkan rencana pemantauan tersebut dan harus melakukan pengecekan secara berkala terhadap sumur pantau yang berada di TPA maupun di rumah warga. Pengontrolan dilakukan secara rutin minimal 6 bulan selama TPA masih beroperasi (Damanhuri, 2006).

- Kontrol terhadap kebakaran dan bau

Untuk mencegah terjadinya kebakaran pada TPA maka diperlukan pengontrolan dan pengendalian dari kebakaran. Untuk mencegah hal tersebut, maka di lokasi TPA harus dihindarkan dari sumber api yang dapat berhubungan langsung dengan gas metan yang dihasilkan sampah. Sedangkan bau harus dikontrol agar tidak menyebabkan gangguan kesehatan terhadap masyarakat sekitar TPA (Damanhuri, 2006).

- Pencegahan pembuangan ilegal

Pencegahan pembuangan illegal diperlukan agar TPA yang akan/telah ditutup, tidak dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah dikarenakan tempat pembuangan sampah alternatif dari tempat masyarakat jauh.

- Penghijauan (revegetasi)/zona penyangga

Penghijauan/zona penyangga berfungsi untuk mengembalikan lahan bekas TPA sesuai dengan peruntukannya dan untuk melindungi area dari dampak negatif. Jika TPA dijadikan lahan hijau, maka kesesuaian operasionalnya haru diperhatikan terkait dengan jenis tanaman yang akan digunakan dan ketebalan tanah (Hadisuryo, 2010).

- Rencana aksi pemindahan pemulung

Pemindahan pemulung harus diperhatikan agar pemulung yang berada di sekitar TPA tidak merasa kehilangan mata pencaharian mereka atau pemerintah setempat dapat memberikan solusi pekerjaan alternatif.

- Keamanan TPA

Keamanan TPA agar tetap aman, harus memiliki pagar yang terbuat dari kawat berduri ataupun beton untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan. TPA juga harus dilengkapi dengan petugas keamanan.

d. Pasca Penutupan

Pada tahap pasca penutupan TPA diperlukan langkah sebagai berikut :

3. Inspeksi rutin dilakukan sebagai upaya dalam memantau atau melihat kondisi fisik TPA secara menyeluruh setelah dilakukan penutupan TPA. Kriteria harus ditetapkan untuk menentukan kapan tindakan perbaikan harus dilakukan.
4. Pemeliharaan vegetasi dilakukan dengan penyiraman, pemotongan (pemangkasan) dan pemupukan terhadap vegetasi.
5. Pemeliharaan dan pemantauan lindi dan gas dilakukan dengan melakukan sampling pada *outlet* IPL dan sumur pantau, serta pemantauan gas dilakukan pada udara ambien diatas tumpukan sampah di sekitar TPA.
6. Melakukan pembersihan dan pemeliharaan saluran drainase untuk menghindari terjadinya kerusakan dan pendangkalan drainase.
7. Pemantauan penurunan lapisan tumpukan sampah dan stabilitas lereng.
8. Pemantauan lingkungan jangka panjang dilakukan di TPA yang sudah ditutup untuk memastikan bahwa tidak ada pelepasan kontaminan dari TPA yang akan berdampak terhadap kesehatan dan lingkungan sekitar. Pemantauan yang dilakukan mencakup, yaitu pemantauan zona *vadose* (zona tidak jenuh air) untuk gas dan cair, pemantauan air tanah dan pemantauan kualitas udara.

Kegiatan pemantauan TPA pasca penutupan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kegiatan Pemantauan Pasca Penutupan TPA.

No	Inspeksi	Frekuensi	Tinjauan
1	Inspeksi Rutin	Setiap bulan	Kondisi TPA secara umum termasuk keamanan & safety
2	Vegetasi Penutup	Pemangkasan dan pemupukan 3 bulan sekali	Pemangkasan dan penggantian tanaman yang mati
3	Pemeliharaan dan monitoring gas	Setiap 3 bulan sekali selama 20 tahun	Kualitas air tanah dan badan air
4	Pemeliharaan dan monitoring gas	Terus menerus, 3 bulan sekali hingga 20 tahun pengoperasian	Bau, gas flare (pembakar nyala api), kerusakan pipa, pemantauan udara ambien
5	Pemeliharaan dan monitoring drainase, Permukaan & IPL	4 x setahun dan setelah hujan lebat	Kerusakan saluran dan kondisi inlet & outlet IPL
6	Tanah penutup akhir	Setahun sekali dan setelah hujan lebat	Erosi dan longsor
7	Penurunan tumpukan sampah dan stabilitas lereng	2 x setahun	Penurunan elevasi tanah

Sumber : PermenPU No.3/PRT/M/2013

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di TPA Gampong Jawa, Kecamatan Kuta Raja, Kota Banda Aceh dengan jarak ± 3 km dari Pusat Kota, jarak dengan permukiman ± 1 km, jarak dengan sungai $\pm 0,05$ km dan jarak dengan pantai $\pm 0,30$ km. TPA Gampong Jawa memiliki luas lahan secara keseluruhan sebesar 21 ha dengan lahan 5,24 ha digunakan sebagai tempat pembuangan. Kemudian untuk sampel yang akan dianalisis dilakukan di Laboratorium BARISTAND (Balai Riset dan Standarisasi Industri) Banda Aceh dan Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.



Gambar 3.1. Lokasi TPA Gampong Jawa

(Sumber: Google Earth Pro, 2019)

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan $\pm$ 6 bulan dimulai dari bulan Desember 2018 – Mei 2019.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan 4 buah sampel air sumur yaitu sampel air sumur pantau TPA Gampong Jawa 2 buah dan air sumur rumah penduduk yang bermukim disekitar TPA 2 buah. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning System*), kamera, wadah untuk pengambilan sampel, tali dan wadah air untuk menyimpan sampel berukuran 2 liter. Wadah untuk penyimpanan sampel air menggunakan 4 buah wadah yang masing – masing berukuran 2 liter. Pengujian sampel air dilakukan di laboratorium BARISTAND dengan menggunakan metode yang sesuai. Pengujian metode yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Penggunaan Metode Uji Sampel Air.

No	Parameter Uji	Metode Uji	Satuan
1	pH	SNI. 06.6989.11.2004	-
2	TSS	SNI. 06.6989.3.2004	mg/l
3	BOD-5	SNI. 6989.72.2009	mg/l
4	COD	SNI. 06.6989.15.2004	mg/l
5	Cadmium (Cd)	IK. 5.04.01.36	mg/l
6	Merkuri (Hg)	SNI. 6989.78.2011	mg/l
7	Total N	IK. 5.04.01.17	mg/l
8	E.Coli	SNI. 01.2897 Tahun 1992 Butir 3.2	Jml/100 ml

Sumber : BARISTAND 2019

3.3. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah menggunakan jenis penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan pengolahan data dan pendekatan deskriptif. Penelitian ini dilakukan dengan menggambarkan kondisi *eksisting* TPA Gampong Jawa yang berkaitan dengan sampah di TPA Gampong Jawa, volume yang masuk ke TPA Gampong Jawa, memproyeksikan pertumbuhan jumlah penduduk Kota Banda

Aceh serta dikaitkan dengan pertumbuhan kuantitas timbulan sampah kedepannya dan kualitas air sumur yang terdapat disekitar TPA Gampong Jawa.

3.4. Tahapan Penelitian

a. Tahap Persiapan

Adapun tahap persiapan meliputi :

- Studi Literatur

Kegiatan ini diawali dengan mempelajari beberapa literatur dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan studi penutupan TPA dan pengaruh sistem *sanitary landfill* terhadap kualitas air sumur. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam proses pengumpulan data, analisis data, serta dalam penyusunan laporan.

- Survei Awal (Observasi Lapangan)

Observasi lapangan ini bertujuan untuk mengamati secara langsung kondisi *eksisting* dan permasalahan yang terdapat di lokasi penelitian.

b. Sumber Data Penelitian

Untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan maka diperlukan beberapa data. Data terdiri dari data primer dan data sekunder.

- Data Primer

Data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- i. Volume sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa setiap harinya;
- ii. Kondisi *eksisting* TPA Gampong Jawa;
- iii. Data dari observasi di lapangan ; dan
- iv. Kualitas Air Sumur Pantau TPA Gampong Jawa dan Sumur Rumah Penduduk.

- Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- i. Peta *lay out* TPA Gampong Jawa;

- ii. Jumlah penduduk Kota Banda Aceh;
- iii. Kondisi fisik wilayah penelitian, sarana dan prasarana TPA Gampong Jawa;
- iv. Timbulan Sampah di TPA Gampong Jawa;
- v. Kualitas Kolam Air Lindi (Kolam 1, 2 dan 3).

c. Cara Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan sampel dalam penelitian ini mengacu pada SNI 6989.58.2008 tentang metode pengambilan contoh air sumur. Sampel air diambil satu kali sebanyak 4 (empat) buah sampel yang terdiri dari 2 (dua) sumur pantau TPA Gampong Jawa dan 2 (dua) sumur rumah penduduk disekitar TPA. Adapun koordinat dan jarak antara TPA Gampong Jawa dengan sampel air sumur yang diambil dapat dilihat pada Tabel.3.2.

Tabel 3.2 Koordinat dan jarak pengambilan sampel.

No	Koordinat		Sampel	Jarak (m)	Radius (m)
	X	Y			
1	5°34'45.54"N	95°18'51.79"E	Sumur 1 TPA	185	200
2	5°34'40.31"N	95°19'2.11"E	Sumur 2 TPA	175	200
3	5°34'31.52"N	95°19'15.22"E	Sumur 1 Rumah Penduduk	656	700
4	5°34'27.89"N	95°19'13.47"E	Sumur 2 Rumah Penduduk	685	700

Sumber : Google Earth Pro 2019

d. Analisis Data

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, yaitu data volume sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa setiap harinya, proyeksi jumlah penduduk, unit yang diperhatikan dalam penutupan TPA, pemanfaatan dan potensi TPA Gampong Jawa, serta langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Analisis ini meliputi proyeksi jumlah timbulan sampah yang diperoleh dari pengamatan secara langsung, sampah yang masuk setiap harinya ke TPA Gampong Jawa, mengukur kapasitas lahan yang masih ada untuk menampung sampah, dan kapasitas daya tampung TPA Gampong Jawa. Analisis dilakukan dengan mengkaitkan kondisi

eksisting sesuai Peraturan Menteri Perumahan Umum No.3/PRT/M/2013, Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003, dan standar lainnya.

e. Penetapan Parameter dan Cara Perhitungan *Index Pollution*

Jika L_i menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu suatu peruntukan air (j). Dan C_i menunjukkan konsentrasi parameter kualitas air (j) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu sungai, maka PI_j adalah pencemaran indeks bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari C_i/L_{ij} . Harga PI_j dapat ditentukan dengan cara :

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik.
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Hitung harga C_i/L_{ij} untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.
4. Terdapat tiga cara menentukan konsentrasi parameter kualitas air, yaitu :
 - a. Jika nilai konsentrasi parameter menurun maka menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misalnya DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum. Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh nilai C_i/L_{ij} hasil perhitungan yaitu :

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i (\text{hasil pengukuran})}{C_{im} - L_{ij}} \dots\dots\dots (3.1)$$

• **Jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang**

Untuk $C_i \leq L_{ij}$ memiliki rentang

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{\{(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}\}} \dots\dots\dots (3.3)$$

- b. Keraguan timbul jika dua nilai (C_i/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1,0 misal $C_1/L_{1j}=0.9$ dan $C_2/L_{2j}=1.1$ atau perbedaan yang sangat besar timbul

misal $C_3/L_{3j}=5.0$ dan $C_4/L_{4j}=10.0$ maka dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditemukan. Cara untuk kesulitan ini adalah Penggunaan nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$ lebih besar dari 1.0 maka (3.4)

$$\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{baru}} = 1.0 + P \cdot \log \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_{\text{hasil pengukuran}}$$

Dimana P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5).

5. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij} ($(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$).
6. Tentukan harga PI_j :

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \quad \text{.....} \quad (3.5)$$

Dimana :

PI_j = *Index Pollution* (Pencemaran Indeks)

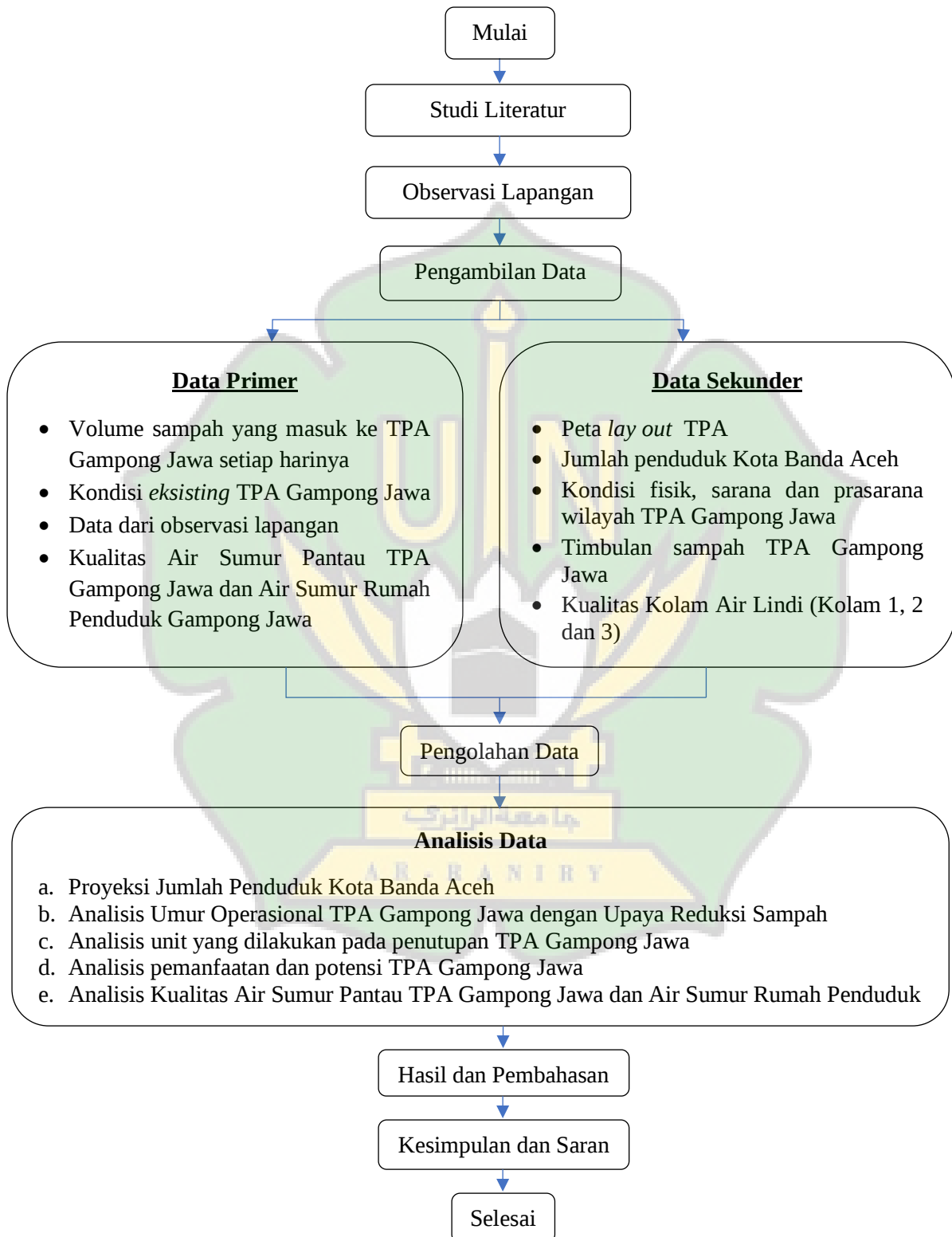
C_i = Konsentrasi Parameter Kualitas Air yang didapatkan dari laboratorium

L_{ij} = Konsentrasi Parameter Kualitas Air yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air

M = Maksimum

R = Rerata

3.5 Diagram Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

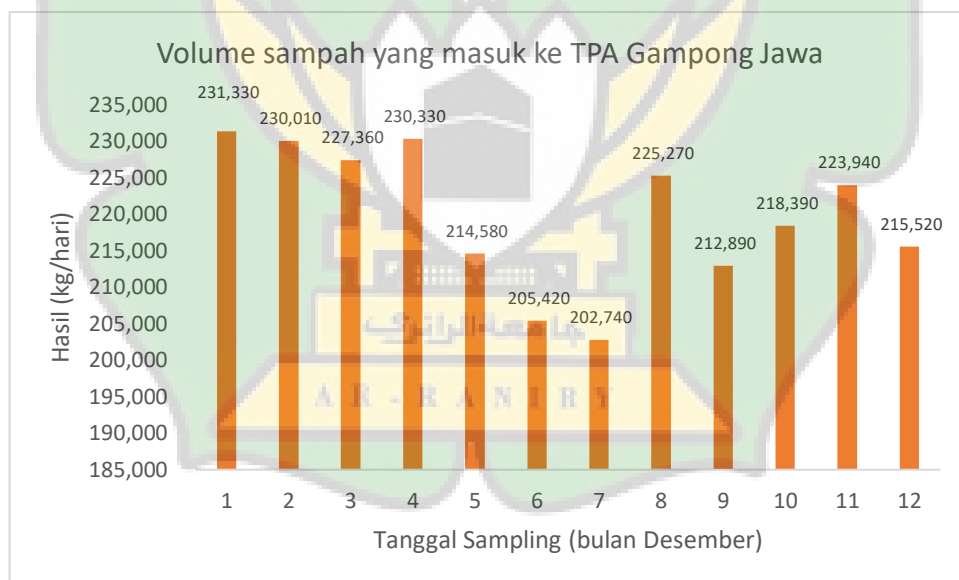
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengolahan Data

4.1.1. Jumlah Volume Sampah Yang Masuk ke TPA Gampong Jawa

1. Jumlah Timbulan Sampah Harian Yang Masuk ke TPA Gampong Jawa

Jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa tiap harinya dapat diketahui dengan mengurangi berat isi armada pengangkut sampah dengan berat kosong armada pengangkut sampah, sehingga didapat nilai berat bersih sampah yang diangkut (Lampiran B.3). Pengukuran tersebut dilakukan di TPA Gampong Jawa selama 12 hari di bulan Desember tahun 2018. Volume sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa tiap harinya memiliki volume timbulan sampah yang berbeda. Grafik timbulan sampah harian yang masuk ke TPA Gampong Jawa dapat dilihat pada gambar 4.1.

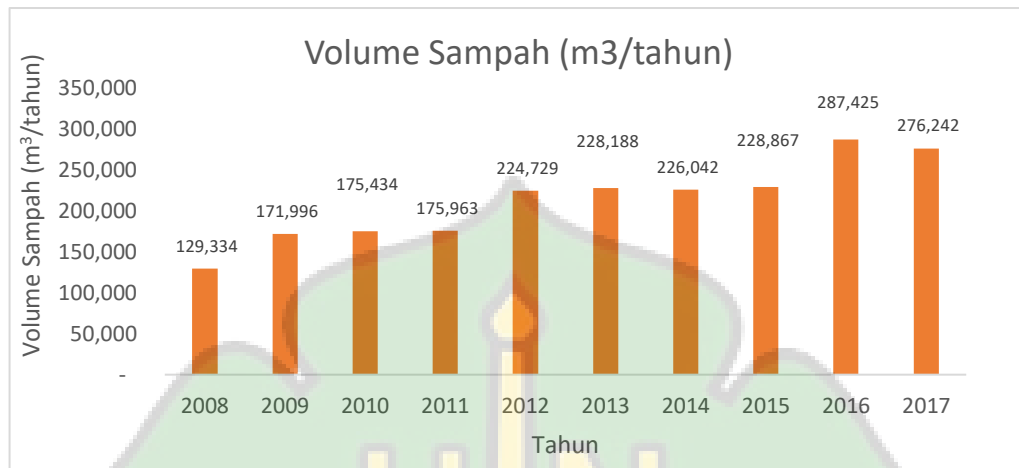


Gambar 4.1. Grafik Volume Timbulan Sampah Harian yang Masuk ke TPA Gampong Jawa.

2. Jumlah Sampah yang Masuk ke TPA Gampong Jawa dari Tahun 2008-2017

Jumlah sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa dari tahun 2008 – 2017 mengalami peningkatan tiap tahunnya. Hal ini dikarenakan dalam tiap tahunnya tingkat kebutuhan dan konsumtif masyarakat mengalami peningkatan

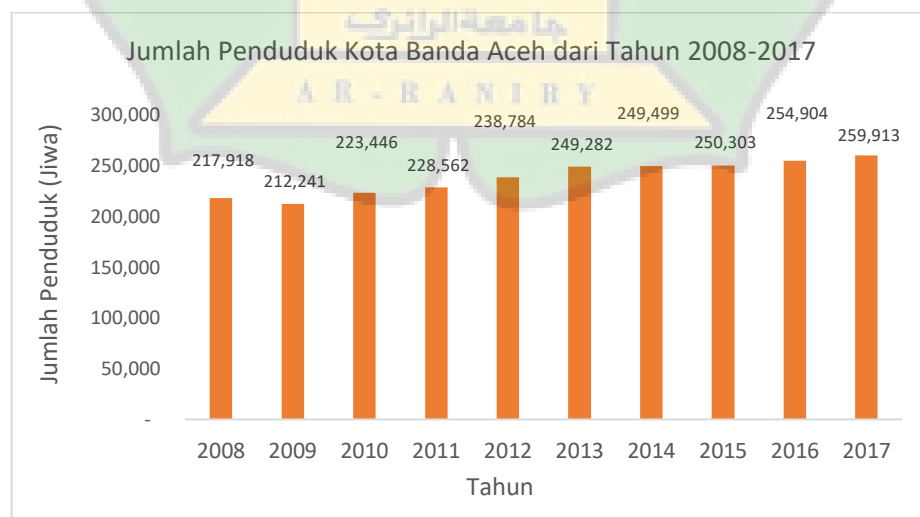
seiring dengan tingkat pendapatan masyarakat suatu kota. Jumlah sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa dari tahun 2008 – 2017 dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Jumlah Sampah yang Masuk ke TPA Gampong Jawa dari Tahun 2008-2017.

3. Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2008-2017

Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2008–2017 tidak mengalami pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi dan memiliki persentase pertumbuhan penduduk sebesar 18,05% dari tahun 2008–2017 (Lampiran B.5). Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dan persentase pertumbuhan penduduk dari Tahun 2008 – 2017 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Jumlah Penduduk dan Persentase Pertumbuhan Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2008-2017.

4.1.2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh

Untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk Kota Banda Aceh di tahun 2018 dan di tahun selanjutnya maka dapat diproyeksikan dengan menggunakan metode geomterik. Penggunaan metode tersebut digunakan karena, jumlah pertumbuhan penduduk Kota Banda Aceh memiliki pertumbuhan penduduk yang relatif sama tiap tahunnya. Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika, sebelum memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun ke-n terlebih dahulu mencari konstanta aritmatikanya (K_a).

$$P_n = P_0 + K_a(T_n - T_0)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1}$$

$$K_a = \frac{259.913 - 217.918}{2017 - 2008}$$

$$K_a = 4666$$

$$P_{2018} = 259.913 + 4666 (2018 - 2017)$$

$$P_{2018} = 264.579 \text{ jiwa}$$

Untuk proyeksi jumlah penduduk di tahun selanjutnya dapat dilihat pada gambar 4.4.

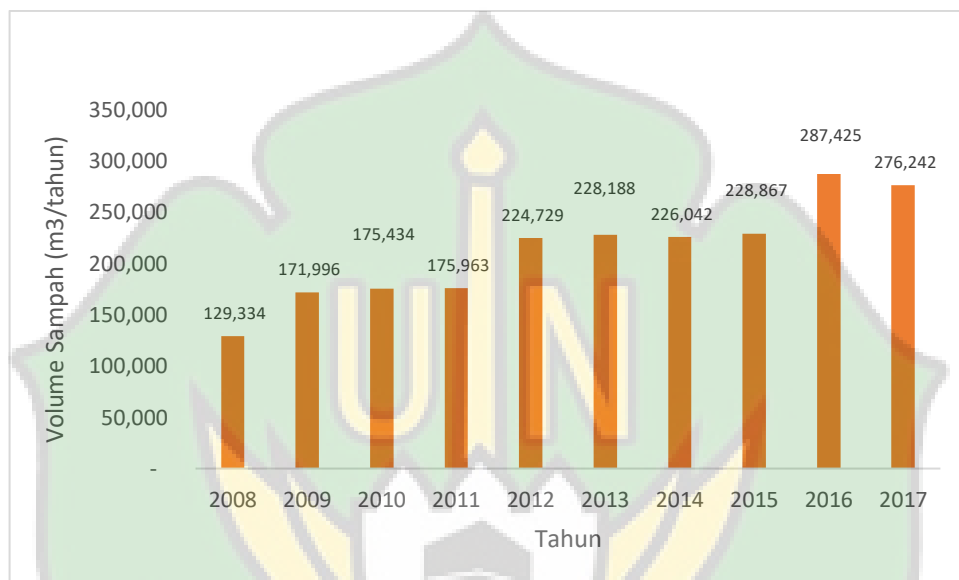


Gambar 4.4. Grafik Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2018-2027.

4.1.3. Proyeksi Jumlah Volume Sampah Kota Banda Aceh

- Persentase Pertambahan Volume Timbulan Sampah

Persentase pertambahan volume timbulan sampah tiap tahunnya mengalami kenaikan dan penurunan dengan jumlah persentase dari tahun 2008–2017 sebesar 86,54%. Untuk dapat mengetahui pertambahan volume timbulan sampah tiap tahunnya dilihat pada gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5. Grafik Pertambahan Volume Timbulan Sampah tiap Tahunnya.

- Proyeksi jumlah volume sampah

Perhitungan proyeksi jumlah volume timbulan sampah menggunakan metode aritmatika, sebelum memproyeksikan jumlah volume timbulan sampah pada tahun ke-n terlebih dahulu mencari konstanta aritmatikanya (K_a).

$$P_n = P_0 + K_a(T_n - T_0)$$

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1}$$

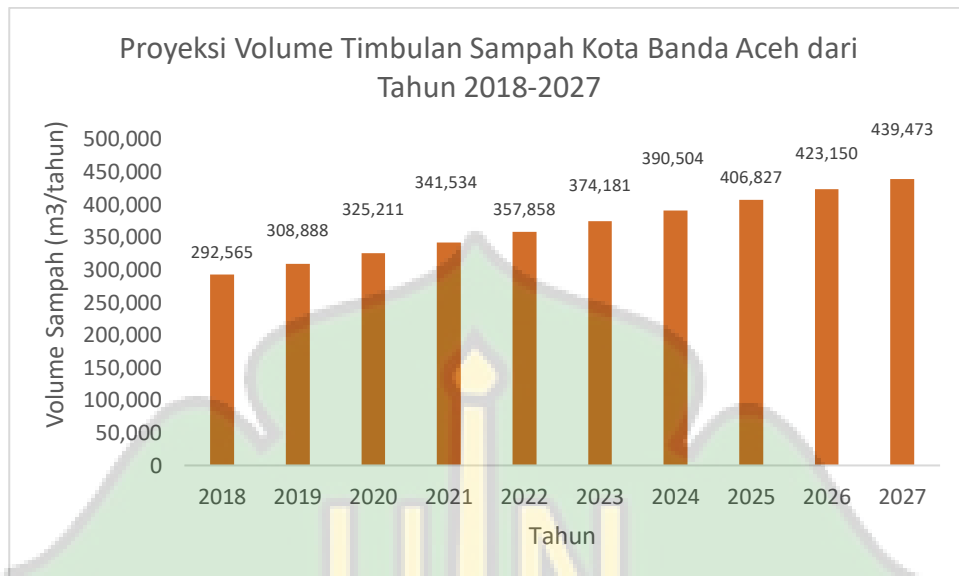
$$K_a = \frac{276.242 - 129.334}{2017 - 2008}$$

$$K_a = 16.323$$

$$P_{2018} = 276.241 + 16.323 (2018 - 2017)$$

$$P_{2018} = 292.565 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Untuk proyeksi jumlah volume sampah di tahun selanjutnya dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Proyeksi Volume Timbulan Sampah Kota Banda Aceh dari Tahun 2018-2027.

Upaya reduksi yang dilakukan di TPA Gampong Jawa diasumsikan sebesar 12% dari volume sampah keseluruhan untuk setiap tahunnya, sehingga akan didapatkan sisa volume sampah yang akan dilakukan penimbunan. TPA Gampong Jawa memiliki luas lahan secara keseluruhan sebesar 21 ha dengan lahan 5,24 ha digunakan sebagai tempat pembuangan. Berat sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa tiap harinya adalah 240 ton/hari. Saat ini, ketinggian timbunan sampah yang berada di TPA Gampong Jawa sudah mencapai ketinggian 37 meter di atas permukaan laut (mdpl) sudah dalam keadaan terkompaksi (pemadatan), dengan rencana awal ketinggian TPA Gampong Jawa adalah 30 m yang digunakan untuk umur pakai TPA selama 25 tahun. Ketinggian timbunan sampah saat ini sudah melebihi tinggi rencana awal (*overload*), tentu saja kejadian tersebut menimbulkan dampak negatif berupa aroma bau yang tak sedap pada lingkungan sekitar yang akan mengganggu kesehatan masyarakat serta jika terus dilakukan penimbunan dikhawatirkan akan terjadi dampak buruk yang lebih berbahaya seperti terjadinya longsor.

Upaya saat ini yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kebersihan dan Keindahan Kota (DLHK3) Banda Aceh adalah dengan melakukan pengurangan sampah yang akan ditimbun dan dikelola di TPA Gampong Jawa. Dari 240 ton/hari sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa, dilakukan pengangkutan kembali untuk dilakukan pembuangan ke TPA Regional Blang Bintang yang dikelola oleh Pemerintah Provinsi Aceh.

Saat ini sampah yang diangkut ke TPA Regional Blang Bintang dilakukan dengan menggunakan 6 (enam) armada truk yang berkapasitas masing-masing 4 (empat) truk bermuatan 9 ton dan 2 (dua) truk bermuatan 5 ton. Masing-masing truk tersebut dalam melakukan pengangkutan sampah ke TPA Regional, harus memenuhi target masing-masing truk 4 trip dalam sehari. Dari keenam armada truk tersebut, didapatkan total sampah yang dapat diangkut ke TPA Regional adalah 184 ton/hari dan sisanya 56 ton yang dikelola di TPA Gampong Jawa. Untuk hasil perhitungan reduksi sampah di tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1. Hasil Reduksi Timbunan Sampah.

No	Tahun	Proyeksi Volume Sampah (m ³ /tahun)	Faktor Reduksi (%)	Vol. Sampah Tereduksi (m ³)	Sisa Vol. Sampah (m ³)
1	2018	292.565	12%	35.108	257.457
2	2019	308.888	12%	37.067	271.821
3	2020	325.211	12%	39.025	286.186
4	2021	341.534	12%	40.984	300.550
5	2022	357.858	12%	42.943	314.915
6	2023	374.181	12%	44.902	329.279
7	2024	390.504	12%	46.860	343.644
8	2025	406.827	12%	48.819	358.008
9	2026	423.150	12%	50.778	372.372
10	2027	439.473	12%	52.737	386.736

Sumber: Hasil Perhitungan

Volume sampah yang tereduksi merupakan pengurangan sampah yang akan ditimbun. Pengurangan sampah tersebut dilakukan/dibantu oleh peran serta dari pemulung sekitar TPA Gampong Jawa. Dari hasil pemulungan tersebut, sampah yang direduksi dapat mereka manfaatkan dalam penunjang ekonomi dan sisanya dapat dikelola menjadi kompos dan memanfaatkan plastik yang dalam kondisi baik menjadi minyak.

Kondisi lahan *eksisting* TPA Gampong Jawa, saat ini sudah terisi oleh timbunan sampah dengan volume sampah yang sudah melebihi daya tampung rencana awal sebesar 366.000 m³.

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Daya tampung rencana TPA Gampong Jawa tahun 2008} &= 52.400 \text{ m}^2 \times 30 \text{ m} \\ &= 1.572.000 \text{ m}^3 \\ \text{Volume sampah yang sudah terisi ditahun 2018} &= 52.400 \text{ m}^2 \times 37 \text{ m} \\ &= 1.938.000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.1.4. Analisis Perpanjangan Umur Pakai TPA Dengan Upaya Reduksi Sampah

Volume total daya tampung untuk lahan penimbunan di TPA Gampong Jawa adalah 1.572.000 m³ yang dimulai dari penggunaan sistem *sanitary landfill* pada tahun 2009.

Perhitungan untuk tahun 2008 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Volume sampah} &= 129.334 \text{ m}^3 \\ \text{Faktor Padat} &= 0,7 \\ \text{Sampah yang ditimbun} &= \text{volume sampah} \times 0.3 \\ &= 129.334 \text{ m}^3 \times 0.3 \\ &= 38.800 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk tahun 2008, volume sampah yang diurug tidak mengalami penambahan (kumulatif) dari tahun sebelumnya. Dikarenakan, pada tahun 2008 merupakan tahun pertama (awal) dilakukan perhitungan dan dilakukan pengurangan.

Hasil perhitungan perpanjangan umur TPA Gampong Jawa dengan upaya reduksi sampah dari tahun 2008 – 2027 dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2. Perhitungan Perpanjangan Umur Pakai Lahan Urug Sampah di TPA Gampong Jawa dengan Upaya Reduksi Sampah.

No	Tahun	Volume Sampah (m ³)	Volume Sampah Diurug (m ³)	Kumulatif (m ³)	Keterangan
1	2008	129.334	38.800	-	Masih Aktif
2	2009	171.996	51.599	90.399	Masih Aktif
3	2010	175.434	52.630	143.029	Masih Aktif
4	2011	175.963	52.789	195.818	Masih Aktif
5	2012	224.729	67.419	263.237	Masih Aktif
6	2013	228.188	68.456	331.693	Masih Aktif
7	2014	226.042	67.813	399.506	Masih Aktif
8	2015	228.867	68.660	468.166	Masih Aktif
9	2016	287.425	86.228	554.393	Masih Aktif
10	2017	276.242	82.873	637.266	Masih Aktif
11	2018	292.565	87.770	725.036	Masih Aktif
12	2019	308.888	92.666	817.702	Masih Aktif
13	2020	325.211	97.563	915.265	Masih Aktif
14	2021	341.534	102.460	1.017.725	Masih Aktif
15	2022	357.858	107.357	1.125.083	Masih Aktif
16	2023	374.181	112.254	1.237.337	Masih Aktif
17	2024	390.504	117.151	1.354.488	Masih Aktif
18	2025	406.827	122.048	1.476.536	Masih Aktif
19	2026	423.150	126.945	1.603.481	TPA Penuh
20	2027	439.473	131.842	1.735.323	TPA Penuh

Sumber: Hasil Perhitungan

- Analisis perhitungan umur pakai

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Sampah tahun 2026} &= 126.945 \text{ m}^3/\text{tahun} (: 12 \text{ bulan}) \\
 &= 10.578 \text{ m}^3/\text{bulan} (: 30 \text{ hari}) \\
 &= 352 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Total sampah tahun 2008 – 2026 = 1.603.481 m³
 Volume daya tampung = 1.572.000 m³
 Selisih = 1.603.481 m³ - 1.572.000 m³
 = 31.481 m³
- Total volume sampah sampai April 2026
 = 4 x 10.578 m³
 = 42.312 m³ – 31.481 m³
 = 10.831 m³
- Volume sampah per hari tahun 2026
 = 10.831 m³ : 352 m³/hari
 = 30 hari

Berdasarkan perhitungan di atas, maka umur pakai TPA Gampong Jawa dengan upaya reduksi sampah dapat dipakai sampai Tahun 2026 bulan April hari ke-30 atau selama 17 tahun 4 bulan 30 hari dari tahun 2009.

4.2. Penutupan TPA

Untuk melakukan penutupan TPA Gampong Jawa secara permanen, sementara atau direhabilitasi, perlu adanya tindak lanjut dalam penilaian/evaluasi terkait kondisi lingkungan (kualitas lingkungan) yang berdasarkan terhadap kondisi *eksisting* TPA Gampong Jawa. Dalam pembahasan ini, kondisi TPA Gampong Jawa memiliki sarana dan prasarana penunjang TPA dalam kondisi lengkap, seperti adanya pipa penangkap gas metan, kolam pengolahan air lindi, tempat pengolahan kompos, *ITF*, drainase, mesin timbang, bengkel dan lain sebagainya.

Sebelum dilakukannya penutupan TPA Gampong Jawa diperlukannya suatu rencana desain penutupan TPA Gampong Jawa. Penutupan TPA Gampong Jawa juga harus direncanakan dalam jangka waktu yang panjang, perencanaan tersebut juga harus mencakup dalam hal pengendalian gas, pengendalian dari erosi dan air limpasan, pengolahan air lindi serta adanya monitoring (pemantauan) terhadap kualitas lingkungan.

Adapun unit-unit yang perlu diperhatikan dalam penutupan TPA Gampong Jawa adalah sebagai berikut :

4.2.1. Tanah Penutup

Penutupan TPA Gampong Jawa terdiri dari beberapa tahapan perencanaan, seperti dibutuhkannya tanah penutup yang terdiri dari lapisan tanah dasar, lapisan tanah liat, tanah humus, media untuk pengumpul gas, lapisan *geomembrane* HDPE (lapisan kedap air yang terbuat dari bahan sintetik seperti plastik), lapisan geotekstil, batuan kerikil serta tanaman/tumbuhan (vegetasi) (Hadisuryo, 2010). Adapun fungsi dari tanah penutup tersebut yaitu sebagai pengontrol gerakan air disekitar lahan urug dan mengontrol air yang masuk ke sarana lahan urug sehingga air lindi dapat diminimalisasi (dibatasi), sebagai pengendali erosi, sebagai media tanam untuk pertumbuhan vegetasi dan sebagai pengendali terhadap binatang atau vektor penyakit yang dapat memberikan dampak buruk terhadap lahan urug.

Untuk ketebalan lapisan tanah yang diterapkan di TPA Gampong Jawa ditimbun dengan ketebalan tanah sekitar 30 cm – 40 cm, setelah mencapai ketinggian 4 m - 5 m nantinya akan ditimbun kembali dengan tanah atau kompos sekitar 30 cm - 40 cm dan kemudian akan ditimbun kembali dengan sampah dan ditutup kembali dengan tanah/kompos hingga mencapai ketinggian yang ditentukan. Untuk tanah penutup akhir hendaknya harus memperhatikan kemiringan maksimum 1:3 untuk menghindari terjadinya erosi. Demi menjamin kemiringan tanah penutup berjalan sesuai dengan fungsinya dalam mencegah terjadinya erosi, maka diperlukan langkah pengontrolan rutin untuk setiap harinya. Apabila dalam masa pengontrolan terjadi retakan pada permukaan tanah yang dapat menyebabkan kelaurnya aliran gas, atau terjadinya rembesan air pada saat musim hujan maka retakan tersebut harus segera dilakukan perbaikan dengan melakukan penutupan kembali dengan tanah yang sama. Untuk mengurangi efek retakan yang lebih parah, maka dapat dilakukan penanaman rumput. Pada area yang telah dilakukan penutupan akhir, dianjurkan untuk dilakukan penanaman pohon yang sesuai dengan kondisi daerah setempat dan setidaknya dilakukan monitoring minimal satu kali dalam sebulan.

4.2.2. Penataan Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas yang wajib ada di setiap TPA. Drainase untuk air hujan berfungsi sebagai pengendali limpasan air hujan agar tidak masuk ke dalam timbunan sampah dan berfungsi sebagai pencegah agar tidak terjadinya erosi pada tanah. Sedangkan drainase yang berada di sekeliling TPA Gampong Jawa berfungsi sebagai penangkap air hujan sehingga dapat dialirkan langsung ke saluran yang berada di luar fasilitas TPA Gampong Jawa, dengan demikian akan dapat mengurangi dampak dari terjadinya longsor akibat erosi dan mengurangi air lindi yang masuk ke unit pengolahan.

Untuk menjaga terjadinya kerusakan pada drainase maka dilakukan pengontrolan atau pemeriksaan rutin minimal setiap minggu ketika musim hujan terjadi. Drainase juga harus dihindarkan dari tanaman rumput yang dapat dengan mudah tumbuh, yang akan berdampak pada terjadinya kerusakan drainase.

4.2.3. Pengendalian Air Lindi (*Leachate*)

4.2.3.1. Pengontrol Pencemaran Air

Untuk mengetahui potensi pencemaran air lindi yang terjadi terhadap air tanah, maka dilakukan pemantauan atau monitoring terhadap kualitas air. Lokasi sumur pantau yang dikontrol minimal berjarak 10 m – 20 m dari TPA ataupun drainase. Jarak sumur pantau yang dikontrol dari lahan urug TPA Gampong Jawa ke sumur pantau I, II dan III berkisar 100 m – 150 m. Sedangkan untuk kedalaman sumur pantau berkisar antara 5 m – 15 m.

4.2.3.2. Kualitas Air Lindi Kolam III

Pengendalian *leachate* sangat diperlukan dalam mengurangi dampak dari *leachate* tersebut. *Leachate* dapat dikendalikan dengan meletakkan lapisan linier di lapisan dasar *landfill* yang sudah difasilitasi dengan pipa penangkap *leachate*, lapisan linier tersebut berguna untuk mencegah terjadinya infiltrasi *leachate* masuk ke air tanah. IPAL yang terdapat di TPA berfungsi sebagai unit pengolahan yang digunakan dalam mengurangi beban pencemaran ketika akan dibuang ke badan penerima air. Kolam air lindi yang terdapat di TPA Gampong Jawa memiliki 3 bak kolam penampung air lindi. Masing-masing kolam memiliki proses yang berbeda,

kolam I dengan proses *anaerob*, kolam II dengan proses fakultatif dan kolam III dengan proses maturase (pematangan).

Kolam penampung dan pengolahan *leachate* sering mengalami pendangkalan akibat dari adanya endapan suspensi yang akan menyebabkan mengecilnya volume efektif kolam penampung. Lumpur endapan yang melebihi dasar kolam harus segera dikeluarkan, proses pengeluaran endapan lumpur dapat dilakukan menggunakan ekskavator/truk lumpur tinja untuk menyedot lumpur. Lumpur yang telah dikeluarkan dan dikeringkan, dapat dimanfaatkan kembali sebagai tanah penutup timbunan sampah.

Hasil Uji Pengukuran Kualitas *Leachate* Kolam III yang dilakukan oleh DLHK3 dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kualitas *Leachate* Kolam III Tahun 2018.

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	
				PermenLHK No.59 Thn 2016	PermenLH No.5 Thn 2014
1	TDS	mg/L	7.085	-	2000
2	TSS	mg/L	230	100	200
3	pH	-	8,75	6-9	6-9
4	BOD-5	mg/L	115,79	150	50
5	COD	mg/L	3.625,22	300	100
6	DO	mg/L	0,49	-	-
7	Minyak dan Lemak	mg/L	14,8	-	10
8	Ammonia (NH ₃ -H)	mg/L	142,2	-	5
9	Mercury (Hg)	mg/L	0,00108	0,005	0,002

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Kualitas *Leachate* Kolam III Tahun 2018 (lanjutan).

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	
				PermenLHK No.59 Thn 2016	PermenLH No.5 Thn 2014
10	Cadmium (Cd)	mg/L	<0,0012#	0,1	0,05
11	Clorin Bebas (Cl ₂)	mg/L	<0,01#	-	-
12	Phenol	mg/L	0,047	-	0,5
13	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	1,062	-	0,5
14	Sianida (CN)	mg/L	0,004	-	0,05
15	DHL	mg/L	12,720	-	-
16	Nitrit (NO ₂)	mg/L	4,85	-	1
17	Nitrat (NO ₃)	mg/L	150	-	20
18	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,180	-	-
19	Total Nitrogen	mg/L	317,03	-	-
20	Fecal Coliform	APM/100 ml	1600	-	-
21	Total Coliform	APM/100 ml	≥1600	-	-

Keterangan: #) Batas Pembacaan Alat Uji

Sumber: DLHK3, PermenLHK No.59 Tahun 2016 dan PermenLH No.5 Tahun 2014.

Berdasarkan tabel 4.3 di atas, hasil pengukuran terhadap nilai pH, BOD₅, merkuri, fenol, dan sianida berada pada nilai baku mutu yang diperbolehkan berdasarkan PermenLH No.59 Tahun 2016 dan PermenLHK No.5 Tahun 2014. Sedangkan untuk nilai TSS, COD, minyak dan lemak, ammonia, sulfide, nitrit, dan berada di atas baku mutu yang telah ditentukan. Dari hasil uji laboratorium tersebut

menunjukkan dengan adanya 3 kolam pengolahan air lindi masih kurang efektif dalam melakukan pengolahan air lindi untuk menurunkan nilai konsentrasi pencemar. Oleh sebab itu, untuk mengurangi nilai konsentrasi pencemar air lindi diperlukan adanya pengolahan lebih lanjut, seperti penambahan kolam pengolahan kombinasi dan pemanfaatan teknik fitoremediasi (*wetland*) agar pada saat *leachate* sebelum dibuang ke badan penerima air memiliki baku mutu yang baik dan aman dan tidak akan membahayakan lingkungan sekitar.

4.2.3.3. Kualitas Air Sumur

Sumur yang digunakan sebagai sampel sebanyak 4 (empat) buah sumur, yang terdiri dari 2 (dua) buah sumur yang berada dalam kawasan TPA Gampong Jawa dan 2 (dua) buah sumur rumah penduduk yang berdekatan dengan TPA Gampong Jawa. Masing-masing jarak sumur dengan lahan urug (*sanitary landfill*) yaitu radius 200 m dan 700 m. Air sumur yang dilakukan pengujian di Laboratorium untuk mengetahui atau menganalisa parameter fisik (TSS), kimia (pH, BOD, COD, Cd, Hg dan N total) dan biologi (*E.Coli*). Hasil kualitas air sumur yang telah dilakukan pengujian laboratorium di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium BARISTAND Aceh dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Uji Kualitas Air Sumur TPA Gampong Jawa dan Rumah Penduduk di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium BARISTAND Aceh.

No	Parameter	Hasil Uji				Satuan
		Sumur 1 TPA	Sumur 2 TPA	Sumur 1 Rumah Penduduk	Sumur 2 Rumah Penduduk	
1	TSS	100	7,04	84	7.15	mg/l
2	pH	7,27	114	7,04	18	-
3	BOD	32,5	3,25	3,2	2	mg/l
4	COD	99,4	170,39	100,9	54.07	mg/l
5	Cadmium (Cd)	TD	TD	TD	TD	mg/l
6	Merkuri (Hg)	$20,2 \times 10^{-6}$	TD	$19,2 \times 10^{-6}$	TD	mg/l

Tabel 4.4. Hasil Uji Kualitas Air Sumur TPA Gampong Jawa dan Rumah Penduduk di Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium BARISTAND Aceh (lanjutan).

No	Parameter	Hasil Uji				Satuan
		Sumur 1 TPA	Sumur 2 TPA	Sumur 1 Rumah Penduduk	Sumur 2 Rumah Penduduk	
7	N total	0,86	26,41	2,17	13,70	mg/l
8	<i>E.coli</i>	79	79	56	56	jml/100 ml

Sumber : Laboratorium Terpadu Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium BARISTAND Aceh.

Keterangan TD : tidak terdeteksi karena konsentrasi dibawah limit deteksi alat ($<0,001$ ppm).

Berdasarkan data pada Tabel 4.4 diatas, dapat diketahui kualitas air dari masing-masing sampel yang kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu kualitas air. Standar baku mutu kualitas air yang dijadikan acuan sebagai pembanding adalah Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hasil yang telah didapat pada tabel tersebut, kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu yang terdapat pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 yang memiliki 4 (empat) kelas kriteria. Untuk perbandingan hasil digunakan kelas I karena pada kelas ini, air yang peruntukannya dapat dijadikan sebagai air baku air minum dan peruntukan lainnya sesuai syarat yang diperbolehkan.

Hasil dari parameter fisik yang diuji adalah TSS, untuk sumur 1 TPA memiliki nilai 100 mg/l, sumur 2 TPA memiliki nilai 114 mg/l, dan sumur 1 rumah penduduk memiliki nilai 84 mg/l sehingga menyebabkan air tidak jernih, sedangkan sumur 2 rumah penduduk memiliki nilai 18 mg/l. Untuk sumur 1 TPA, sumur 2 TPA dan sumur 1 rumah penduduk, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 untuk kelas I hasil yang di dapat sudah melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu untuk kelas I nilainya sudah diatas 50 mg/l, sedangkan untuk sumur 2 rumah penduduk nilai yang didapat dibawah baku mutu (18 mg/l) dan air sumur tersebut dalam keadaan baik. Untuk sumur 1 TPA jika dilihat secara fisik airnya kelihatan tidak bening dan sedikit kuning, untuk sumur 2 fisik air nya kelihatan keruh dan terdapat partikel – partikel halus, untuk sumur 1 rumah

penduduk warna airnya hitam, tidak berlumpur dan terdapat partikel-partikel halus dan untuk sumur 2 rumah penduduk fisik airnya kelihatan jernih dan sedikit kuning.

Hasil yang didapat pada sampel sumur 1 TPA yang berjarak 185 m, sumur 2 TPA yang berjarak 175 m, sumur 1 rumah penduduk yang berjarak 656 m dan sumur 2 rumah penduduk yang berjarak 685 m dari lahan urug, memiliki masing-masing nilai pH 7,27., 7,04., 7,04 dan 7,15 dimana nilai tersebut berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 untuk kelas I masih dalam kategori aman (rentang pH 6-9) jika digunakan sebagai air minum. Apabila nilai pH dari air sudah melebihi dari angka 9 (sembilan) dan masyarakat mengkonsumsinya maka akan menyebabkan kerusakan pada lambung karena sifatnya yang sudah basa. Namun, untuk dapat dijadikan sumber air baku untuk air minum, nilai pH tidak menjadi patokan mutlak dan oleh sebab itu diperlukan pengujian lanjutan terhadap sampel air untuk mengetahui kandungan kimia lainnya yang mempengaruhi air tersebut.

Nilai BOD yang di dapat dari sampel sumur 1 TPA adalah 32,5 mg/l, sumur 2 TPA adalah 3,25 mg/l, sumur 1 rumah penduduk adalah 3,2 mg/l dan sumur 2 rumah penduduk adalah 2 mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, untuk kelas I hasil dari sumur 1 dan 2 TPA serta sumur 1 rumah penduduk sudah melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu sebesar 2 mg/l, sedangkan untuk sumur 2 rumah penduduk dalam keadaan baik. Jika nilai BOD sangat tinggi dalam suatu perairan, maka akan menyebabkan berkurangnya oksigen yang berdampak pada kehidupan organisme perairan hingga menyebabkan kematian. COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam air secara kimia. Nilai COD yang di dapat dari sampel sumur 1 TPA adalah 99,40 mg/l, sumur 2 TPA adalah 170,39 mg/l, sumur 1 rumah penduduk adalah 100,90 mg/l dan sumur 2 rumah penduduk adalah 54,07 mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, untuk kelas I hasil keempatnya sudah melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu sebesar 10 mg/l. COD yang tinggi pada perairan apabila dikonsumsi oleh manusia maka akan menyebabkan berbagai penyakit terhadap

manusia. Karena air yang mengandung COD tinggi menunjukkan adanya bahan pencemar organik dengan jumlah yang banyak.

Nilai Cd yang didapatkan berdasarkan hasil uji laboratorium, didapatkan hasil Cd TD (tidak terdeteksi) dikarenakan konsentrasinya dibawah limit deteksi pembacaan alat ($< 0,001$ ppm) dimana hasil tersebut memenuhi standar baku mutu kualitas air yang diperbolehkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 untuk keempat sampel Cd yang sesuai dengan kelas I yaitu $0,01$ mg/l. Sedangkan untuk nilai Hg didapat hasil untuk sumur 1 TPA $20,2 \times 10^{-6}$, sumur 2 TPA tidak terdeteksi ($< 0,0005^{#}$ batas deteksi alat uji), sumur 1 rumah penduduk $19,2 \times 10^{-6}$ dan sumur 2 TPA juga tidak terdeteksi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001, untuk kedua sampel didapatkan hasil yang sesuai dengan baku mutu kualitas air berdasarkan kelas I ($0,001$ mg/l). Dengan hasil tersebut, untuk nilai Cd dan Hg dinyatakan sudah sesuai dengan standar baku mutu kualitas air dan dapat dijadikan sebagai air baku untuk air minum. Untuk menjamin kualitas air sumur aman dari logam lainnya, diperlukan pengujian lanjutan agar air yang dijadikan sumber air baku untuk air minum terjamin kelayakan dan kesehatannya.

Nilai N total yang di dapat dari sampel sumur 1 TPA adalah $0,86$ mg/l, sumur 2 TPA adalah $26,41$ mg/l, sumur 1 rumah penduduk adalah $2,17$ mg/l dan sumur 2 rumah penduduk adalah $13,70$ mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, untuk kelas I hasil dari sumur 1 TPA dan sumur 1 rumah penduduk dalam keadaan baik dengan baku mutu yang diperbolehkan sebesar 10 mg/l, sedangkan sumur 2 TPA dan sumur 2 rumah penduduk sudah melebihi baku mutu yang diperbolehkan yaitu sebesar 10 mg/l.

Nilai *E.Coli* yang di dapat dari sampel sumur 1 dan 2 TPA adalah 79, sumur 1 dan 2 rumah penduduk adalah 56. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, untuk kelas I hasil dari sumur keempat sumur tersebut dalam keadaan baik dengan jumlah *E.Coli* yang diperbolehkan yaitu 100 jml/100 ml.

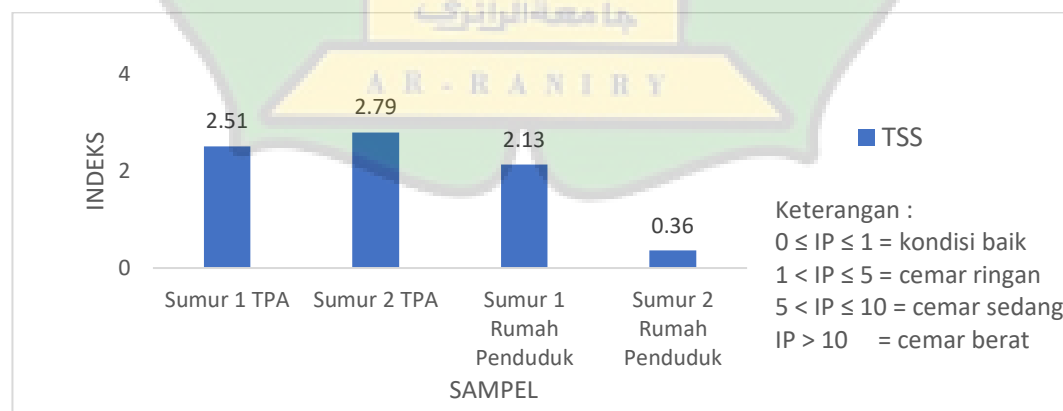
4.2.3.4. Index Pollution (IP)

Untuk mengetahui kualitas air sumur yang telah di uji di laboratorium digunakan metode perhitungan *index pollution* yang sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Untuk mengetahui *index pollution* diperlukan perhitungan terhadap nilai Ci/Lij yaitu untuk Ci merupakan konsentrasi parameter kualitas air yang diperoleh dari hasil laboratorium dan Lij merupakan konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 sebagai standar baku mutu air yang digunakan.

Hasil dari perhitungan *Index Pollution* tersebut dapat memberikan informasi terhadap batas pencemaran yang diperbolehkan pada air yang telah diuji kualitasnya, sehingga dapat diambil tindakan yang tepat untuk memperbaiki kualitas air jika mengalami pencemaran dan penurunan kualitas air. Adapun parameter yang dilakukan pengujian yaitu :

a. Parameter Fisika

Parameter fisika yang dilakukan pengujian adalah dengan melakukan pengujian sampel untuk mengetahui nilai TSS (*Total Suspended Solid*) yang terdapat pada air sumur. Parameter TSS seringkali dijadikan salah satu indikator parameter fisik yang penting dalam menentukan kondisi awal lingkungan, oleh sebab itu diperlukannya pengujian terhadap TSS (Siswanto dan Wahyu, 2016). Nilai Ci/Lij dari parameter fisika untuk nilai TSS dapat dilihat pada gambar 4.7.



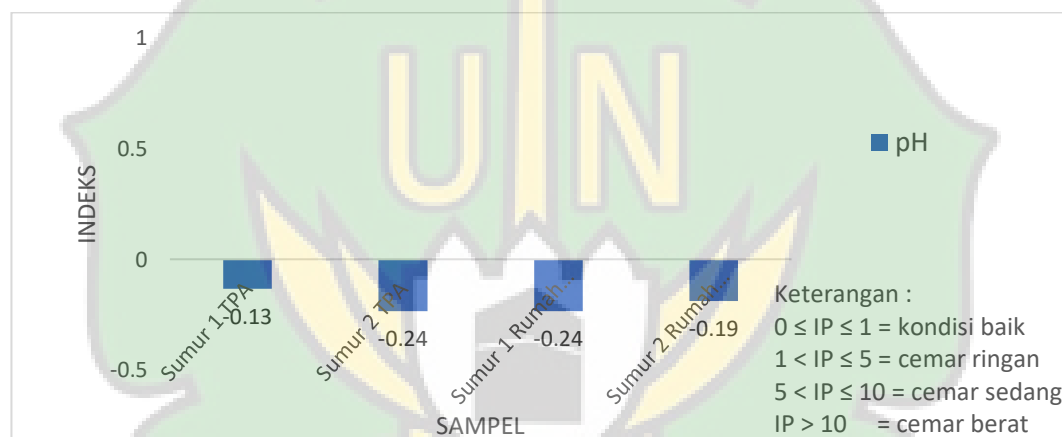
Gambar 4.7. Grafik Nilai TSS untuk Kelas I.

Dari grafik di atas, berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 dapat diketahui bahwa nilai Ci/Lij TSS untuk sumur 1 TPA

bernilai 2,51, sumur 2 TPA 2,79, sumur 1 rumah penduduk bernilai 2,13 dan sumur 2 rumah penduduk bernilai 0,36. Sumur 1 dan 2 TPA serta sumur 1 rumah penduduk termasuk kedalam kategori cemar ringan sedangkan sumur 2 rumah penduduk dalam keadaan yang baik. Untuk mengurangi nilai TSS agar sesuai dengan batas minimum pencemaran, maka dapat dilakukan pengolahan seperti proses sedimentasi, koagulasi dan flokulasi ataupun dengan proses filtrasi.

b. Parameter Kimia

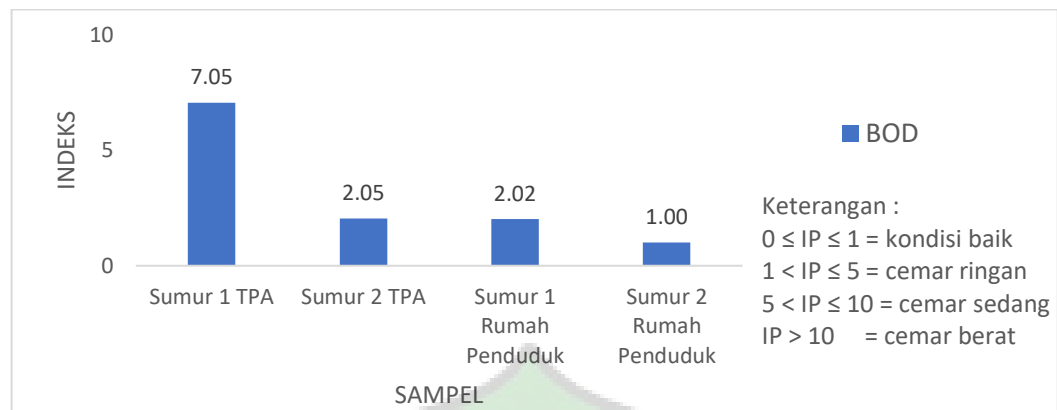
Parameter kimia yang dilakukan pengujian adalah pH, BOD, COD, Cd, Hg dan N total. Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai pH dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Nilai pH untuk Kelas I.

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa parameter kimia untuk nilai pH tergolong dalam kondisi yang baik, karena tidak ada satu pun sumur yang memiliki nilai IP diatas 1. Hal tersebut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 untuk nilai Ci/Lij yang didapat berada dibawah nilai yang telah ditetapkan. Nilai pH air $< 6,5$ yang cenderung bersifat asam dapat melarutkan besi sehingga menyebabkan air memiliki kandungan besi yang tinggi dan juga dapat meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam (Zahara, 2018).

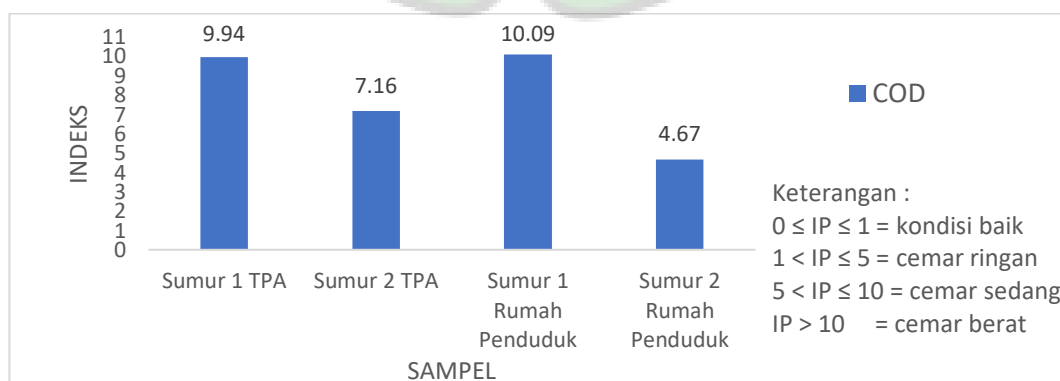
Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai BOD dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Grafik Nilai BOD untuk Kelas I.

Parameter BOD merupakan salah satu parameter yang dilakukan pengujian dalam memantau kualitas air, khususnya pencemaran bahan organik yang tidak mudah terurai. Pengukuran nilai BOD adalah untuk menyatakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Khairunnisa, 2018). Hasil yang didapat berdasarkan perhitungan Ci/Lij, untuk nilai IP menunjukkan bahwa nilai BOD berada di atas angka 1. Sumur 1 TPA memiliki nilai BOD 7,05 yang termasuk dalam kategori cemar sedang, sumur 2 TPA memiliki nilai BOD 2,05 dan sumur 1 rumah penduduk bernilai 2,02 yang keduanya termasuk dalam kategori cemar ringan, sedangkan sumur 2 rumah penduduk memiliki nilai BOD 1 yang termasuk dalam kondisi baik. Untuk mengurangi kadar BOD dapat dengan proses aerobik, proses koagulasi dan flokulasi serta menggunakan mesin *biocleaner*.

Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai COD dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.10. Grafik Nilai COD untuk Kelas I

Parameter COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk dapat mengoksidasi zat organik dalam air. COD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang terkandung dalam air dapat teroksidasi secara kimiawi. Apabila dalam air, nilai COD melebihi baku mutu maka kandungan oksigen semakin berkurang dan akan mengakibatkan kondisi anaerobik dan menyebabkan bau busuk pada air (Ningrum, 2018). Untuk sumur 1 TPA yang berdekatan dengan kolam air lindi (sekitar 20 m) dan juga berdekatan dengan lahan urug (185 m). Nilai Ci/Lij yang didapat untuk sumur 1 TPA bernilai 9,94 termasuk dalam kategori cemar sedang, hal ini diperkirakan adanya rembesan dari air lindi yang bocor ataupun merembes masuk ke dalam tanah sehingga mempengaruhi kualitas air sumur di TPA. Untuk sumur 2 TPA memiliki nilai IP 7,16 termasuk dalam kategori cemar sedang dan sumur tersebut juga mengeluarkan bau tak sedap, untuk sumur 1 rumah penduduk memiliki nilai IP 10,09 yang termasuk kedalam cemar berat dan air sumur tersebut mengeluarkan bau yang tak sedap dikarenakan nilai COD nya yang tinggi, dan untuk sumur 2 rumah penduduk memiliki nilai 4,67 yang termasuk dalam kategori cemar ringan. Nilai COD yang tinggi diperkirakan adanya pengaruh dari air lindi yang tidak masuk kedalam unit pengolahan atau dampak dari buangan air lindi yang masih memiliki kadar pencemar yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari kegiatan *sanitary landfill* yang mungkin belum maksimal dilakukannya konservasi pencemaran lingkungan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar COD adalah dengan proses mikrobiologi (anaerob/aerob), koagulasi dan flokulasi, serta filtrasi dan absorpsi dengan karbon aktif.

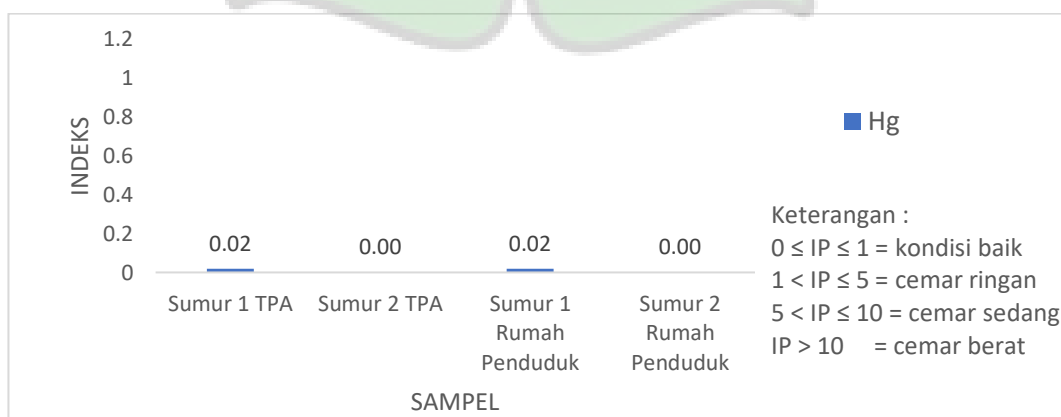
Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai Cd dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11. Grafik Nilai Cd untuk Kelas I

Kadmium (Cd) merupakan salah satu jenis logam yang manfaatnya bagi tubuh belum diketahui dan dapat bersifat toksik bagi kesehatan tubuh. Efek toksik yang diakibatkan oleh logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh dan gangguan kesehatan lainnya (Anggriana, 2011). Nilai Cd yang didapat berdasarkan hasil laboratorium menunjukkan bahwa nilai Cd yang didapat TD (tidak terdeteksi) karena hasilnya di bawah pembacaan limit oleh alat ($<0,001$ ppm). Untuk nilai Ci/Lij maka hasilnya tidak dilakukan perhitungan, sehingga menyatakan bahwa nilai Cd aman dari pencemaran. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa keempat sumur tersebut dalam kondisi aman dari logam pencemar Cd dan dapat dijadikan sumber air baku untuk air minum.

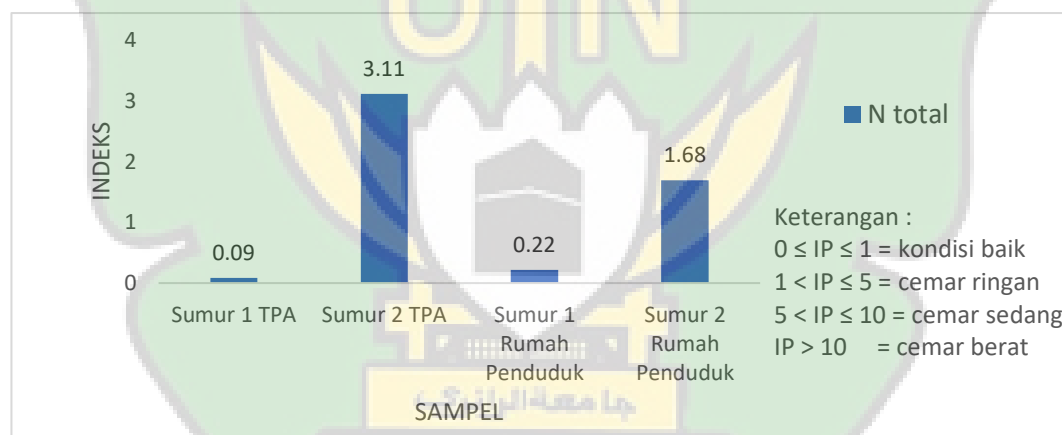
Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai Hg dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Grafik Nilai Hg untuk Kelas I

Hasil yang didapat untuk nilai Ci/Lij yang telah dihitung masing-masing memiliki nilai IP yaitu untuk sumur 1 TPA didapat hasil Hg 0,02 mg/l dan sumur 1 rumah penduduk didapat hasil 0,02 mg/l, sedangkan untuk sumur 2 TPA dan sumur 2 rumah penduduk tidak didapat hasil berupa angka dikarenakan kandungan pencemarnya dibawah batas deteksi alat ($< 0,0005$). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 untuk keempat sumur tersebut masuk dalam kondisi baik (tidak tercemar). Dapat juga disimpulkan bahwa keempat sumur tersebut dapat dijadikan sumber air minum ataupun untuk keperluan lainnya seperti mandi, cuci dan kakus (MCK). Dari hasil tersebut juga dapat dikatakan, tidak adanya pengaruh yang signifikan dari kegiatan *sanitary landfill* yang ada di TPA.

Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai N total dapat dilihat pada gambar 4.13.

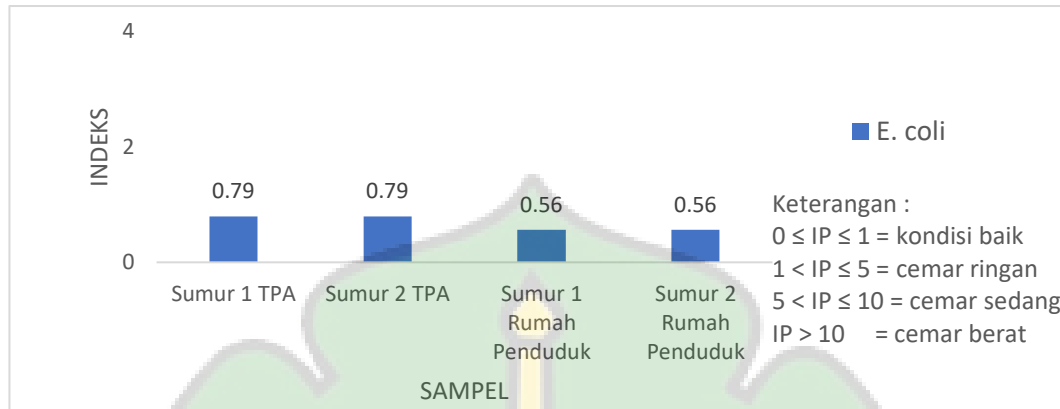


Gambar 4.13. Grafik Nilai N total untuk Kelas I

Hasil yang didapat untuk nilai Ci/Lij yang telah dihitung masing-masing memiliki nilai IP yaitu untuk sumur 1 TPA didapat hasil N total 0,09 mg/l, sumur 2 TPA 3,11 mg/l, sumur 1 rumah penduduk didapat hasil 0,22 mg/l dan sumur 2 rumah penduduk 1,68 mg/l. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 untuk sumur 1 TPA dan sumur 1 rumah penduduk tersebut masuk dalam kondisi baik (tidak tercemar), sedangkan untuk sumur 2 TPA dan sumur 2 rumah penduduk masuk dalam kategori cemar ringan.

c. Parameter Biologi

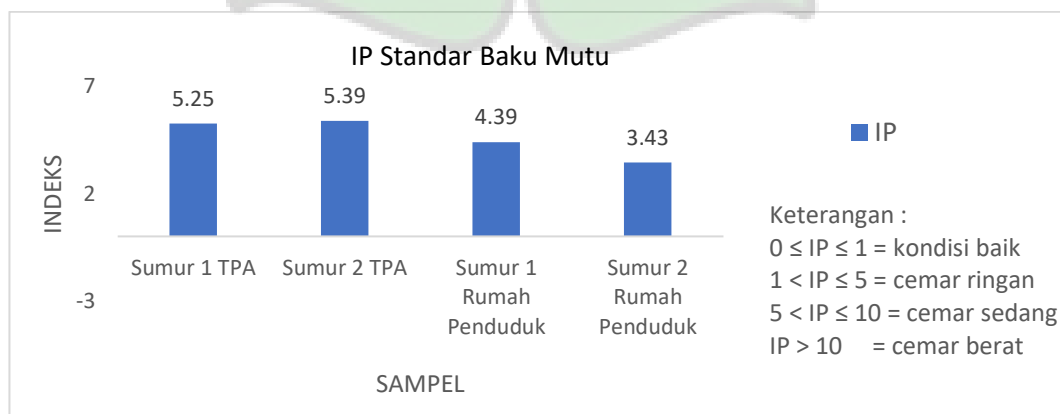
Nilai Ci/Lij dari parameter kimia untuk nilai *E.coli* dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14. Grafik Nilai *E.coli* total untuk Kelas I

Hasil yang didapat untuk nilai Ci/Lij yang telah dihitung masing-masing memiliki nilai IP yaitu untuk sumur 1 dan 2 TPA didapat hasil *E.coli* 0,79 jml/100 ml sedangkan sumur 1 dan 2 rumah penduduk didapat hasil 0,56 jml/100 ml. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 untuk keempat sumur tersebut masuk dalam kondisi yang baik (tidak tercemar).

Setelah dilakukan perhitungan untuk nilai Ci/Lij terhadap keempat sampel, kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Kelas I peruntukan air minum serta untuk kebutuhan rumah tangga lainnya seperti mandi, cuci dan kakus (MCK) yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut ini.



Gambar 4.15. Grafik Nilai IP Sampel Air Sumur Peruntukan Air Minum (Kelas I).

Nilai IP yang didapat dari masing – masing parameter yang di uji seperti TSS, pH, BOD, COD, Cd, Hg, N total dan *E.Coli*, menyatakan bahwa berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 untuk keempat sumur tersebut tidak ada satu pun sumur yang memenuhi baku mutu berdasarkan *Index Pencemaran*. Penilaian pada *Index Pencemaran* memiliki nilai batas cemar berada pada angka 1 (dalam kondisi baik). Jika dilihat dari hasil tersebut, untuk sumur 1 dan 2 TPA sudah masuk dalam kategori cemar sedang dan untuk sumur 1 dan 2 rumah penduduk masuk kategori cemar ringan. Sehingga, apabila air sumur tersebut dijadikan sebagai sumber air baku untuk air minum jika dilihat dari tingkat pencemarannya dapat dikatakan kurang layak apabila dijadikan untuk air minum yang akan berdampak kepada kesehatan masyarakat jika dipaksakan untuk dikonsumsi.

4.2.4. Unit Penangkap Gas (Pengoleksi)

Komposisi gas yang dihasilkan di TPA Gampong Jawa terdiri dari CH₄ (metana) 40%-50% dan CO₂ (karbon dioksida) 50%-60%. Untuk menangkap gas metana yang terdapat pada sampah yang telah diurug, maka dipasang pipa vertikal dan horizontal yang telah diberi lubang untuk menyerap gas metana yang terkandung didalam sampah yang telah diurug. Pipa vertikal tersebut di tanam sedalam 5 meter disetiap titik (18 titik) dan setiap satu titik terdapat 2 batang pipa dengan panjang 6 cm dan untuk pipa horizontal yang ditanam terdapat 175 batang pipa. Gas yang dihasilkan dari sampah itu ditampung ke ITF yang kemudian akan didistribusikan ke rumah penduduk. Gas penangkap metana dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16. Pipa penangkap gas yang terhubung ke ITF
(Sumber : Dokumentasi Tugas Akhir, 2018).

Gas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah di TPA harus dilakukan pengontrolan dan pengolahan agar tidak menyebabkan gangguan dan memberikan efek negatif terhadap lingkungan. Pada awal perencanaan TPA juga dilengkapi dengan ventilasi gas yang berfungsi sebagai pencegah pergerakan gas dan untuk mengurangi tekanan gas. Gas yang ditangkap juga tidak diperbolehkan mengalir secara langsung ke udara, hal ini akan merusak kualitas udara. Oleh sebab itu, diperlukan pengolahan khusus (pembakaran gas) untuk mengurangi nilai konsentrasi gas tersebut.

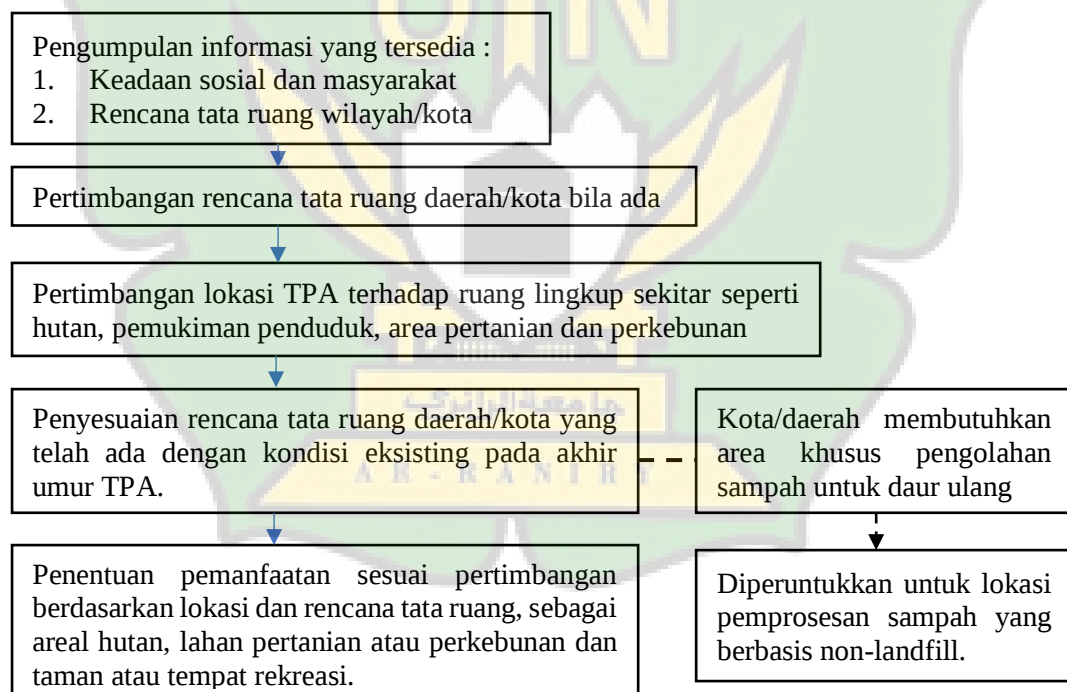
4.2.5. Kontrol Terhadap Kebakaran dan Bau

Pengontrolan kebakaran, bau dan sampah yang berterbangan yang berasal dari TPA Gampong Jawa harus dilakukan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan masyarakat serta melindungi para pekerja yang berada di TPA Gampong Jawa. Di TPA Gampong Jawa juga diharuskan melakukan pengontrolan terhadap pembakaran sampah yang tidak terkontrol di lokasi TPA itu sendiri. Selain itu, TPA Gampong Jawa juga sudah memiliki zona penyangga yang berfungsi untuk menghambat atau menghalangi sampah yang dapat berterbangan, sehingga tidak akan mengganggu nilai estetika keindahan dari suatu kota. TPA yang telah

dilakukan penutupan maka pasca penutupan juga diperlukan adanya inspeksi rutin, pemeliharaan dan pemantauan.

4.3. Potensi dan Alternatif Pemanfaatan TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh

Potensi dan Alternatif dalam pemanfaatan TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh harus memiliki perencanaan. Untuk merencanakan pemanfaatan penggunaan TPA Gampong Jawa harus memperhatikan karakteristik tanah pembentuk lahan urug. Selain itu dalam merencanakan pemanfaatan TPA Gampong Jawa harus mempertimbangkan ruang lingkup wilayah TPA Gampong Jawa dan kedekatan lokasi pemanfaatan lahan dengan pemukiman masyarakat yang berada di sekitarnya. Untuk mengetahui skema penentuan alternatif dalam pemanfaatan perencanaan penutupan TPA Gampong Jawa dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Skema penentuan alternatif dalam pemanfaatan perencanaan penutupan TPA

(Sumber: Hadisuryo, 2010)

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa dalam menentukan suatu perencanaan dalam pemanfaatan TPA, diperlukan berbagai pertimbangan dalam memanfaatkan lahan TPA agar kemungkinan masalah yang dapat terjadi di

kemudian hari mampu diminimalisasi/dicegah. Untuk pengumpulan informasi harus memerlukan beberapa data seperti keadaan sosial dan masyarakat disekitar TPA Gampong Jawa. Kehidupan sosial masyarakat di sekitar TPA Gampong Jawa khususnya pemulung harus menjadi prioritas utama dalam pengumpulan informasi. Hal ini berkaitan jika dilakukannya penutupan TPA Gampong Jawa, maka mata pencaharian pemulung di sekitar TPA Gampong Jawa akan hilang dan akan berdampak terhadap ekonomi sosial masyarakat. Ketika ekonomi pemulung semakin rendah, maka tingkat kesejahteraan mereka akan terancam dan akan sulit mendapatkan kehidupan yang layak.

Rencana tata ruang wilayah/kota juga diperlukan untuk mengetahui tingkat kebutuhan ruang terbuka hijau (RTH) suatu wilayah/kota. Pada rencana strategik (renstra) Kota Banda Aceh tahun 2017-2022 terdapat sasaran, strategi dan arah kebijakan yang diharapkan terhadap peningkatan luasan RTH Kota yang ramah anak dan publik yang akan menambah nilai estetika kota. Jika TPA Gampong Jawa ditutup dan dalam perencanaannya dijadikan sebagai taman/hutan maka, renstra Kota Banda Aceh akan tercapai. TPA Gampong Jawa yang telah ditutup dan direncanakan pemanfaatannya, dapat mempekerjakan masyarakat sekitar TPA Gampong Jawa yang sebelumnya berprofesi sebagai pemulung menjadi pekerja/karyawan sesuai dengan rencana pemanfaatan TPA Gampong Jawa kedepannya.

Untuk pemanfaatan TPA Gampong Jawa yang ditutup juga harus memperhatikan pengganti lahan TPA Gampong Jawa yang baru, hal ini agar masalah sampah daerah/perkotaan dapat dikelola dengan baik. Alternatif pemanfaatan TPA Gampong Jawa yang aman diterapkan pada lahan bekas TPA Gampong Jawa berdasarkan skema diatas yaitu, areal hutan (mengembalikan seperti kondisi semula), dijadikan sebagai lahan pertanian/perkebunan, taman ataupun tempat rekreasi.

Namun, dalam pemanfaatannya ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembangunan/pelaksanaannya nanti. Sebagai contoh, untuk dijadikan lahan pertanian/perkebunan dirasa kurang tepat untuk dimanfaatkan kembali. Hal tersebut dikarenakan, hasil pertanian/perkebunan

nantinya dikhawatirkan akan tercemar oleh sampah yang berada dibawahnya. Untuk memahami berbagai permasalahan dan penilaian dalam penutupan TPA dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Permasalahan dalam Penutupan TPA – Tabel Perbandingan
(diadaptasi perbandingan dari tabel *restoration problems* (Crawford, 1985)).

Permasalahan	Pemanfaatan						
	Perumahan	Industri Kecil	Pertanian/ perkebunan	Padang Rumput	Tempat Rekreasi	Sarana Olahraga	Hutan
<i>Settlement</i>	1	1	1	3	2	1	4
<i>Leachate</i>	1	2	1	2	3	2	3
Gas	1	2	1	2	3	1	2
Kontaminasi	1	3	1	2	3	3	3
Timbulan Sampah B3	1	2	1	2	2	1	4
Kekuatan Tanah	1	4	2	2	4	2	3
Profil Tanah	1	4	1	3	3	1	4
Pertumbuhan Tanaman	1	4	1	4	4	2	4
Nilai Total	9	22	9	20	24	13	27

Keterangan : 1 = Pertimbangan utama (mayor) : masalah kecil pun akan memiliki konsekuensi serius

2 = Pertimbangan penting : konsekuensi tinggi, walaupun masalah kecil dapat ditoleransi

3 = Pertimbangan minor : tidak memiliki konsekuensi serius

4 = Perlu dilakukan pengecekan pada saat kondisi ekstrim

Nilai Total : Nilai rendah = berbiaya mahal; nilai tinggi = berbiaya rendah

Pada Tabel 4.5 menjelaskan bahwa terdapat beberapa rencana dalam pemanfaatan TPA dengan kemungkinan permasalahan yang akan terjadi. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui, untuk pemanfaatan TPA Gampong Jawa yang akan dijadikan sebagai padang rumput, industri kecil, taman rekreasi dan hutan memiliki biaya yang relatif lebih rendah dalam perencanaannya dan memiliki kemungkinan permasalahan yang lebih dapat terkendali.

TPA Gampong Jawa di awal pembangunannya menerapkan sistem *open dumping* dan kemudian beralih sistem setelah mengalami rehabilitasi menggunakan sistem *sanitary landfill*. Dalam pertimbangan pemanfaatan TPA Gampong Jawa, memiliki total luas 21 ha dan lumayan dekat dengan permukiman disekitarnya, sehingga alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah seperti sarana olahraga, taman rekreasi, hutan, taman edukasi terkait pengelolaan sampah, ditambah lagi dikawasan TPA Gampong Jawa terdapat situs sejarah berupa makam ulama dan raja dari kerajaan Aceh yang dapat dimanfaatkan sebagai wisata religi kedepannya, serta sebagian lahan dapat difungsikan sebagai tempat pemrosesan sampah (daur ulang, kompos dan pemanfaatan sampah menjadi biogas). Pada pemanfaatan tersebut juga harus memperhatikan beberapa aspek kriteria kesesuaian pemanfaatan seperti :

1. lokasi: lokasi TPA sebelumnya yang akan dimanfaatkan untuk sarana publik ataupun hutan/taman, apakah dekat dengan permukiman, pertanian dan serta harus memperhatikan kontur lahan yang akan digunakan;
2. lingkungan: diperlukan adanya fasilitas pengendali lingkungan (*buffer zone*), fasilitas pengelolaan sampah, drainase dan unit pengelolaan lingkungan lainnya;
3. vegetasi: dibutuhkan tanaman sebagai penunjang sarana terhadap rencana pemanfaatan;
4. kebutuhan tanah: kebutuhan tanah harus dilakukan pendataan untuk memastikan tanah yang diperlukan sedikit atau lebih besar;
5. kebutuhan infrastruktur: adanya jalan penghubung dan transportasi umum;
6. sosial kemasyarakatan: adanya kesesuaian, peraturan, komunikasi dan kerja sama yang terjalin dengan baik dengan masyarakat;
7. aspek pembiayaan: dalam perencanaan pembangunan dan pemeliharaan harus diketahui untuk memastikan penggunaan biaya yang dikeluarkan relatif rendah atau tinggi; dan
8. aspek keselamatan: diperlukan adanya perhatian khusus dalam menjaga keselamatan pengguna ataupun lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari data-data yang didapatkan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Umur operasional TPA Gampong Jawa akan berakhir pada tahun 2026 bulan April hari ke-30 dengan volume sampah $1.603.481 \text{ m}^3$ dengan asumsi proyeksi jumlah penduduk 301.908 jiwa pada tahun 2026.
2. Untuk melakukan penutupan TPA Gampong Jawa ada beberapa unit yang harus diperhatikan, yaitu memperhatikan tanah penutup, memperhatikan sistem drainase, pengendalian air lindi, unit penangkap gas, unit pemantau atau pengontrol pencemaran air, kontrol terhadap kebakaran dan bau harus diperhatikan agar tidak terjadi kebakaran pada TPA Gampong Jawa.
3. Hasil perhitungan *Index Pollution* terhadap air sumur yang dijadikan sumber air baku untuk air minum dan MCK berdasarkan Kelas 1 yaitu air sumur 1 TPA 5,25 dan sumur 2 TPA 5,39 termasuk dalam kategori cemar sedang, air sumur 1 rumah penduduk 4,39 dan sumur 2 rumah penduduk 3,43 termasuk cemar ringan. Dari keempat sumur, tidak ada satupun sampel air sumur yang memenuhi baku mutu kualitas air Kelas I yang diperuntukkan sebagai air minum dan keperluan rumah tangga (MCK).
4. Potensi dan Alternatif pemanfaatan TPA Gampong Jawa dalam mempertimbangkan beberapa hal dan kemungkinan yang akan terjadi, maka TPA Gampong Jawa lebih baik dimanfaatkan sebagai taman rekreasi/taman baca/taman edukasi pengelolaan sampah, industri kecil (tempat pendaur ulangan sampah), sarana olahraga dan sebagai unit untuk pengolahan biogas.

1.2. Saran

1. Untuk mengetahui potensi pemanfaatan TPA Gampong Jawa yang lebih baik lagi, maka diperlukan kajian atau penelitian lebih lanjut agar dalam pembangunan dan pemanfaatannya memiliki jangka waktu yang panjang.
2. Untuk mempercepat pengurangan volume sampah yang masuk ke TPA Gampong Jawa yang akan diangkut ke TPA Regional Blang Bintang diperlukan armada tambahan jika memungkinkan untuk dilakukan penambahan.
3. Perlu adanya evaluasi kolam pengolahan air lindi serta perlu adanya pengontrolan yang rutin terhadap bak kolam pengolahan air lindi agar tidak mencemari lingkungan.
4. Untuk mengurangi nilai konsentrasi pencemar air lindi dapat dilakukan penambahan unit pengolahan dengan sistem teknik fitoremediasi (*wetland*) yang ramah lingkungan dan bersifat ekonomis.
5. Sebaiknya pemerintah dan dinas terkait Kota Banda Aceh yang mengelola TPA Gampong Jawa, jika TPA akan dilakukan penutupan lebih baik melakukan penyusunan perencanaan penutupan TPA Gampong Jawa lebih awal agar dalam pelaksanaannya dan pemanfaatannya dapat terealisasi dengan baik.
6. Berdasarkan hasil perhitungan *Index Pollution* (IP) menunjukkan bahwa air sumur yang telah dilakukan pengujian memiliki nilai pencemaran yang berbeda yaitu dari cemar ringan hingga cemar sedang. Diharapkan kepada masyarakat yang masih menggunakan air sumur untuk keperluan MCK sebaiknya beralih menggunakan air PDAM yang disediakan oleh Pemerintah dan menggunakan air depot isi ulang sebagai air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, H. 2006. *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Dengan Sistem Sanitary Landfill Di TPA Pecuk Kabupaten Indramayu*. Bandung : Universitas Wiralodra Indramayu. Hal 3-11.
- Anggriana, D. 2011. *Analisis Cemarkan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Air Sumur Di Kawasan PT. Kima Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Makassar : UIN Alauddin.
- Azsmi, P. 2014. *Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Sebagai Dasar Usulan Desain Unit Pengolahan Sampah Di Kawasan Rekreasi Ancol, Jakarta Utara (Studi Kasus: Taman Impian Jaya Ancol)*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. SNI 19-3241-1994 tentang *Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 19-3983-1995 tentang *Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 19-2454-2002 tentang *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Jakarta : BSN.
- Benecditus, A. 2010. *Studi Tingkat Efektifitas Unit Pengolahan Sampah (UPS) Dalam Mengurangi Jumlah Sampah Di Kota Depok (Studi Kasus UPS Gunadarma dan UPS Merdeka 2)*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.
- Crawford, J.F. 1985. *Landfill Technology*. Butterworths : UK.
- Damanhuri, E dan Tri Padmi. 2010. *Diktat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah*. Bandung : ITB.
- Darnas, Y. 2016. *Studi Kelayakan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kabupaten Padang Pariaman*. e-ISSN 2541-3880. Padang : Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II.
- DLHK3 Banda Aceh. *TPA Gampong Jawa*. Diperoleh 2 Oktober 2018. Diakses dari <http://dlhk3.bandaacehkota.go.id/tpa-gampong-jawa/>.

- Fadhilah, dkk. 2011. *Kajian Pengelolaan Sampah Kampus Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*. ISSN : 0853-2877. MODUL Vol.11 No.2. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Hadisuryo, D. 2010. *Penentuan Alternatif Unit dan Pemanfaatan Dalam Perencanaan Penutupan Salah Satu TPA di Jawa Barat*. Bandung : ITB.
- Hadisuryo, D. 2010. *Penentuan Alternatif Unit dan Pemanfaatan Dalam Perencanaan Penutupan TPA*. Bandung : ITB.
- Handono, M. 2010. *Model Pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Secara Berkelanjutan di TPA Cipayung Kota Depok-Jawa Barat*. Bogor : IPB.
- Hermawan, C. 2017. *Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran (Studi Kasus: Sungai Indragiri Ruas Kuantan Tengah)*. Jurnal REKAYASA Vol. 07, No. 02. ISSN: 1412-0151. Riau : Universitas Islam Kuantan Singingi.
- Khairunnisa. 2018. *Pengaruh Sanitary Landfill Terhadap Kualitas Air Sumur di Gampong Jawa Kecamatan Kutaraja Banda Aceh*. Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
- Krismanto, T. 2007. *Pengaruh Lindi Terhadap Rembesan Air Tanah di sekitar Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Kertosari Jember*. Jember : Universitas Jember.
- Kuntjojo. 2009. *Metodologi Penelitian*. Kediri : Universitas Nusantara PGRI.
- Mawaddah, S. 2016. *Pengaruh Air Lindi Tpa Sampah Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Dan Kesehatan Masyarakat Disekitarnya (Studi Pada Masyarakat di Sekitar Tpa Batu Layang Pontianak)*. Pontianak :Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Mulyani, H. 2014. *Buku Ajar Kajian Teori dan Aplikasi Optimasi Perancangan Model Pengomposan*. Jakarta : Trans Info Media.
- Ningrum, S.O. 2018. *Analisis Kualitas Badan Air Dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol. 10, No. 1 Januari. Surabaya : Universitas Airlangga.

- Nurdiansyah, dkk. 2016. *Studi Perencanaan Penutupan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Tamangapa Kota Makassar*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Pandebesie, E.S. 2012. *Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah di Kabupaten Sumenep*. Surabaya : ITS.
- Rahmawati. 2013. *Analisa Penurunan Kadar COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium Biokimia UIN Makassar Menggunakan Fly Ash (Abu Terbang) Batubara*. Makassar : UIN Alauddin Makassar.
- Ramandhani, T.A. 2011. *Analisis Timbulan Dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Di Kelurahan Mekar Jaya (Depok) Dihubungkan Dengan Tingkat Pendapatan-Pendidikan-Pengetahuan-Sikap-Perilaku Masyarakat*. Depok: Universitas Indonesia.
- Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta : Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.113 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia. 2008. *Undang – Undang Republik Indonesia No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum.
- Rumbruren, A. A. et al. 1991 .*Sampah Di Kecamatan Manokwari Selatan*. Manado : Sulawesi Utara. Hal 1–10.
- Said, N.I. dan Dinda Rita K.H. 2015. *Pengolahan Air Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi*. JAI Vol. 8 No.1. BPPT : Pusat Teknologi Lingkungan.
- Sari, J.M. 2012. *Pengelolaan Sampah Di TPA Piyungan Sebagai Sumber Belajar Dalam Bentuk Modul Pengayaan Materi Pelestarian Lingkungan Bagi*

- Siswa SMA. Kelas X Semester II. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sari, R.N. dan Afdal. 2017. *Karakteristik Air Lindi (Leachate) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang*. Jurnal Fisika Unand Vol. 6, No. 1. ISSN 2302-8491. Universitas Andalas : Fisika, FMIPA.
- Selintung, dkk. 2015. *Studi Pengelolaan Sampah Terpadu Di Tingkat Kelurahan Kota Makassar (Studi Kasus : Kelurahan Paropo, Kecamatan Panakkukang)*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Siswanto, A.D. dan Wahyu Andy Nugraha. 2016. *Kajian Konsentrasi Total Suspended Solid (Tss) dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Perairan dalam Upaya Pengelolaan Lingkungan Pesisir di Kabupaten Bangkalan*. Jawa Timur : Universitas Trunojoyo Madura.
- Situmorang, M. 2017. *Kimia Lingkungan*. Depok : RajaGrafindo Persada.
- Suharti, N. dkk. 2014. *Hubungan Antara Populasi Mikroorganisme Udara Dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Terjun Medan*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Suhartini. 2008. *Pengaruh Keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan Terhadap Kualitas Air Sumur Penduduk Di Sekitarnya*. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- Suprihatin, A. dkk. 1999. *Sampah dan Pengelolannya*. Malang : PPPGT/VEDC Malang.
- Susilo, R. A. 2013. *Kajian Umur Pakai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Kota Surakarta*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Tchobanoglous, G. 2002. *Handbook Of Solid Waste Management Second Edition*. USA : The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Vincent. 2013. *Analisis Dan Optimasi Kinerja Bank Sampah Dan Unit Pengolahan Sampah (Ups) Dalam Pengelolaan Sampah Di Kelurahan Beji, Depok*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.

- Wahyono, S. 2001. *Pengolahan Sampah Organik Dan Aspek Sanitasi*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.2, No. 2, Hal : 113-118. Jakarta : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan BPPT.
- Zahara, R. 2018. *Analisis Kualitas Sumber Air Tanah Asrama Mahasiswa UIN Ar – Raniry Banda Aceh Ditinjau Dari Parameter Kimia*. Banda Aceh : UIN Ar-Raniry.
- Zulius, A. 2017. *Rancang Bangun Monitoring Ph Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang*. Jusikom, Vol 2, No. 1. Lubuklinggau : STMIK MUSIRAWAS.



LAMPIRAN A PERHITUNGAN

A.1 Timbulan Sampah Harian

- Hari ke-1

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 782.800 \text{ kg} - 551.470 \text{ kg} \\&= 231.330 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-2

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 769.120 \text{ kg} - 536.110 \text{ kg} \\&= 230.010 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-3

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 759.520 \text{ kg} - 532.160 \text{ kg} \\&= 227.360 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-4

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 774.570 \text{ kg} - 544.240 \text{ kg} \\&= 230.330 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-5

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 741.220 \text{ kg} - 526.640 \text{ kg} \\&= 214.580 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-6

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 699.700 \text{ kg} - 494.280 \text{ kg} \\&= 205.420 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-7

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 720.690 \text{ kg} - 517.950 \text{ kg} \\&= 202.740 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-8

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 784.040 \text{ kg} - 558.770 \text{ kg} \\&= 225.270 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-9

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 731.150 \text{ kg} - 518.260 \text{ kg} \\&= 212.890 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-10

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 747.520 \text{ kg} - 529.130 \text{ kg} \\&= 218.390 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-11

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 769.520 \text{ kg} - 545.580 \text{ kg} \\&= 223.940 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Hari ke-12

$$\begin{aligned}x &= \text{berat isi total} - \text{berat kosong total} \\&= 751.580 \text{ kg} - 538.060 \text{ kg} \\&= 215.520 \text{ kg}\end{aligned}$$

A.2 Persentase Pertumbuhan Penduduk

- Tahun 2009

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2009} - \text{jumlah penduduk tahun 2008}}{\text{jumlah penduduk tahun 2008}} \times 100\% \\ &= \frac{212.241 - 217.918}{217.918} \times 100\% = -2,61\% \end{aligned}$$

- Tahun 2010

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2010} - \text{jumlah penduduk tahun 2009}}{\text{jumlah penduduk tahun 2009}} \times 100\% \\ &= \frac{223.446 - 212.241}{212.241} \times 100\% = 5,28\% \end{aligned}$$

- Tahun 2011

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2011} - \text{jumlah penduduk tahun 2010}}{\text{jumlah penduduk tahun 2010}} \times 100\% \\ &= \frac{228.562 - 223.446}{223.446} \times 100\% = 2,29\% \end{aligned}$$

- Tahun 2012

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2012} - \text{jumlah penduduk tahun 2011}}{\text{jumlah penduduk tahun 2011}} \times 100\% \\ &= \frac{238.784 - 228.562}{228.562} \times 100\% = 4,47\% \end{aligned}$$

- Tahun 2013

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2013} - \text{jumlah penduduk tahun 2012}}{\text{jumlah penduduk tahun 2012}} \times 100\% \\ &= \frac{249.282 - 238.784}{238.784} \times 100\% = 4,40\% \end{aligned}$$

- Tahun 2014

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2014} - \text{jumlah penduduk tahun 2013}}{\text{jumlah penduduk tahun 2013}} \times 100\% \\ &= \frac{249.499 - 249.282}{249.282} \times 100\% = 0,09\% \end{aligned}$$

- Tahun 2015

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2015} - \text{jumlah penduduk tahun 2014}}{\text{jumlah penduduk tahun 2014}} \times 100\% \\ &= \frac{250.303 - 249.499}{249.499} \times 100\% = 0,32\% \end{aligned}$$

- Tahun 2016

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2016} - \text{jumlah penduduk tahun 2015}}{\text{jumlah penduduk tahun 2015}} \times 100\% \\ &= \frac{254.904 - 250.303}{250.303} \times 100\% = 1,84\% \end{aligned}$$

- Tahun 2017

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah penduduk tahun 2017} - \text{jumlah penduduk tahun 2016}}{\text{jumlah penduduk tahun 2016}} \times 100\% \\ &= \frac{259.913 - 254.904}{254.904} \times 100\% = 1,97\% \end{aligned}$$

A.3 Persentase Timbunan Sampah

- Tahun 2009

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume sampah tahun 2009} - \text{volume sampah tahun 2008}}{\text{volume sampah tahun 2008}} \times 100\% \\ &= \frac{171.996 - 129.334}{129.334} \times 100\% = 32,99\% \end{aligned}$$

- Tahun 2010

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume sampah tahun 2010} - \text{volume sampah tahun 2009}}{\text{volume sampah tahun 2009}} \times 100\% \\ &= \frac{175.434 - 171.996}{171.996} \times 100\% = 2\% \end{aligned}$$

- Tahun 2011

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume sampah tahun 2011} - \text{volume sampah tahun 2010}}{\text{volume sampah tahun 2010}} \times 100\% \\ &= \frac{175.963 - 171.996}{171.996} \times 100\% = 0,30\% \end{aligned}$$

- Tahun 2012

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume sampah tahun 2012} - \text{volume sampah tahun 2011}}{\text{volume sampah tahun 2011}} \times 100\% \\ &= \frac{224.729 - 175.963}{175.963} \times 100\% = 27,71\% \end{aligned}$$

- Tahun 2013

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume sampah tahun 2013} - \text{volume sampah tahun 2012}}{\text{volume sampah tahun 2012}} \times 100\% \\ &= \frac{228.188 - 224.729}{224.729} \times 100\% = 1,54\% \end{aligned}$$

- Tahun 2014

$$= \frac{\text{volume sampah tahun 2014} - \text{volume sampah tahun 2013}}{\text{volume sampah tahun 2013}} \times 100\%$$

$$= \frac{226.042 - 228.188}{228.188} \times 100\% = -0,94\%$$

- Tahun 2015

$$= \frac{\text{volume sampah tahun 2015} - \text{volume sampah tahun 2014}}{\text{volume sampah tahun 2014}} \times 100\%$$

$$= \frac{228.867 - 226.042}{226.042} \times 100\% = 1,25\%$$

- Tahun 2016

$$= \frac{\text{volume sampah tahun 2016} - \text{volume sampah tahun 2015}}{\text{volume sampah tahun 2015}} \times 100\%$$

$$= \frac{287.425 - 228.867}{228.867} \times 100\% = 25,59\%$$

- Tahun 2017

$$= \frac{\text{volume sampah tahun 2017} - \text{volume sampah tahun 2016}}{\text{volume sampah tahun 2016}} \times 100\%$$

$$= \frac{276.242 - 287.425}{287.425} \times 100\% = -3,89\%$$

A.4 Proyeksi Volume Sampah

$$K_a = \frac{P_a - P_1}{T_2 - T_1}$$

$$K_a = \frac{276.242 - 129.334}{2017 - 2008}$$

$$K_a = 16.323$$

- Tahun 2018

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2018} = 276.242 + 16.323 (2018 - 2017)$$

$$P_{2018} = 292.565 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2019

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2019} = 276.242 + 16.323 (2019 - 2017)$$

$$P_{2019} = 308.888 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2020

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2020} = 276.242 + 16.323 (2020 - 2017)$$

$$P_{2020} = 325.211 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2021

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2021} = 276.242 + 16.323 (2021 - 2017)$$

$$P_{2021} = 341.534 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2022

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2022} = 276.242 + 16.323 (2022 - 2017)$$

$$P_{2022} = 357.858 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2023

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2023} = 276.242 + 16.323 (2023 - 2017)$$

$$P_{2023} = 374.181 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2024

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2024} = 276.242 + 16.323 (2024 - 2017)$$

$$P_{2024} = 390.504 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2025

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2025} = 276.242 + 16.323 (2025 - 2017)$$

$$P_{2025} = 406.827 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2026

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2026} = 276.242 + 16.323 (2026 - 2017)$$

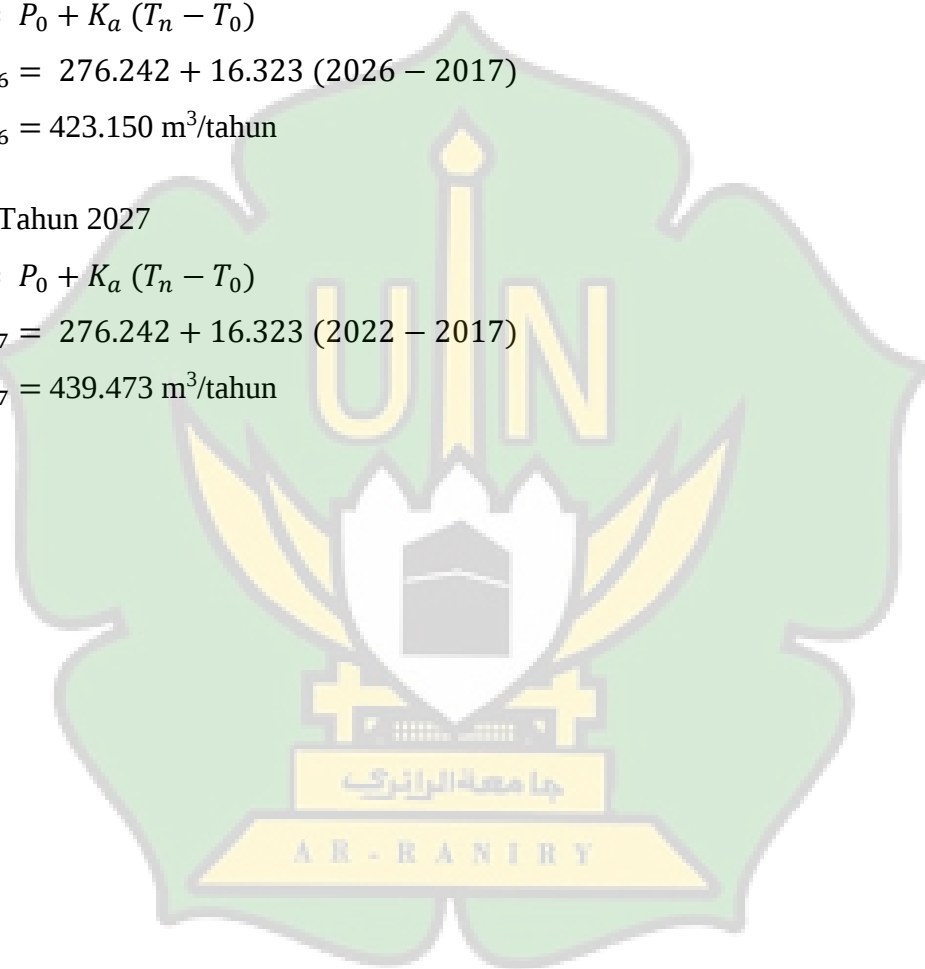
$$P_{2026} = 423.150 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

- Tahun 2027

$$P_n = P_0 + K_a (T_n - T_0)$$

$$P_{2027} = 276.242 + 16.323 (2027 - 2017)$$

$$P_{2027} = 439.473 \text{ m}^3/\text{tahun}$$



		Tahun 2018/2019																			
		Oktober				November				Desember				Januari				Februari			
Penelitian																					
dan																					
han																					
ian																					
an sekunder																					
ta																					

B.1. Tabel Jadwal Pelaksanaan Penelitian

[illegible]

**B.2 Tabel Perhitungan Ci/Lij Kualitas Air Sumur untuk air minum Baku
Mutu Kelas I**

Sampel	Parameter	Ci Hasil Pengujian	Lij Baku Mutu	Ci/Lij	Ci/Lij Baru	Rata-rata	Max	Pij
Sumur 1 TPA	TSS	100	50	2	2,505	2,330	7,054	5,253
	pH	7,27	6-9	-0,133	-0,133			
	BOD	32,5	2	16,25	7,054			
	COD	99,40	10	9,94	5,987			
	Cd	TD	0,01	-	-			
	Hg	0,0000202	0,001	0,0202	0,0202			
	N total	0,86	10	0,086	0,086			
	<i>E coli</i>	79	100	0,79	0,79			
Sumur 2 TPA	TSS	114	50	2,28	2,790	2,611	7,157	5,387
	pH	7,04	6-9	-0,235	-0,235			
	BOD	3,25	2	1,625	2,054			
	COD	170,39	10	17,04	7,157			
	Cd	TD	0,01	-	-			
	Hg	TD	0,001	-	-			
	N total	26,41	10	2,641	3,109			
	<i>E coli</i>	79	100	0,79	0,79			
Sumur1 Rumah Penduduk	TSS	84	50	1,68	2,127	1,533	6,019	4,392
	pH	7,04	6-9	-0,235	-0,235			
	BOD	3,2	2	1,6	2,021			
	COD	100,9	10	10,09	6,019			
	Cd	TD	0,01	-	-			
	Hg	0,0000192	0,001	0,0192	0,0192			
	N total	2,17	10	0,217	0,217			
	<i>E coli</i>	56	100	0,56	0,56			
Sumur 2 Rumah Penduduk	TSS	18	50	0,36	0,36	1,347	4,665	3,433
	pH	7,15	6-9	-0,189	-0,189			
	BOD	2	2	1	1			
	COD	54,07	10	5,407	4,665			
	Cd	TD	0,01	-	-			
	Hg	TD	0,001	-	-			
	N total	13,70	10	1,37	1,684			
	<i>E coli</i>	56	100	0,56	0,56			

B.3 Volume Sampah Harian yang Masuk ke TPA Gampong Jawa

No	Tanggal	Berat Isi (kg)	Berat Kosong (kg)	Hasil (kg/hari)
1	1 Desember 2018	782.800	551.470	231.330
2	2 Desember 2018	769.120	536.110	230.010
3	3 Desember 2018	759.520	532.160	227.360
4	4 Desember 2018	774.570	544.240	230.330
5	5 Desember 2018	741.220	526.640	214.580
6	6 Desember 2018	699.700	494.280	205.420
7	7 Desember 2018	720.690	517.950	202.740
8	8 Desember 2018	784.040	558.770	225.270
9	9 Desember 2018	731.150	518.260	212.890
10	10 Desember 2018	747.520	529.130	218.390
11	11 Desember 2018	769.520	545.580	223.940
12	12 Desember 2018	751.580	538.060	215.520

B.4 Jumlah Sampah yang Masuk ke TPA Gampong Jawa dari Tahun 2008-2017

No	Tahun	Sampah Masuk (ton/tahun)	Volume Sampah (m ³ /tahun)
1	2008	31.040	129.334
2	2009	41.729	171.996
3	2010	42.104	175.434
4	2011	42.231	175.963
5	2012	53.935	224.729
6	2013	54.765	228.188
7	2014	54.250	226.042
8	2015	54.928	228.867
9	2016	68.982	287.425
10	2017	66.298	276.242

B.5 Jumlah Penduduk dan Persentase Pertumbuhan Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2008-2017

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	% Pertumbuhan Penduduk
1	2008	217.918	-
2	2009	212.241	-2,61
3	2010	223.446	5,28
4	2011	228.562	2,29
5	2012	238.784	4,47
6	2013	249.282	4,40
7	2014	249.499	0,09
8	2015	250.303	0,32
9	2016	254.904	1,84
10	2017	259.913	1,97
Total		2.384.852	18,05

B.6 Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Banda Aceh dari Tahun 2018-2027

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2018	264.579
2	2019	269245
3	2020	273911
4	2021	278577
5	2022	283244
6	2023	287910
7	2024	292576
8	2025	297242
9	2026	301908
10	2027	306574

B.7 Persentase Pertambahan Volume Timbunan Sampah tiap Tahunnya

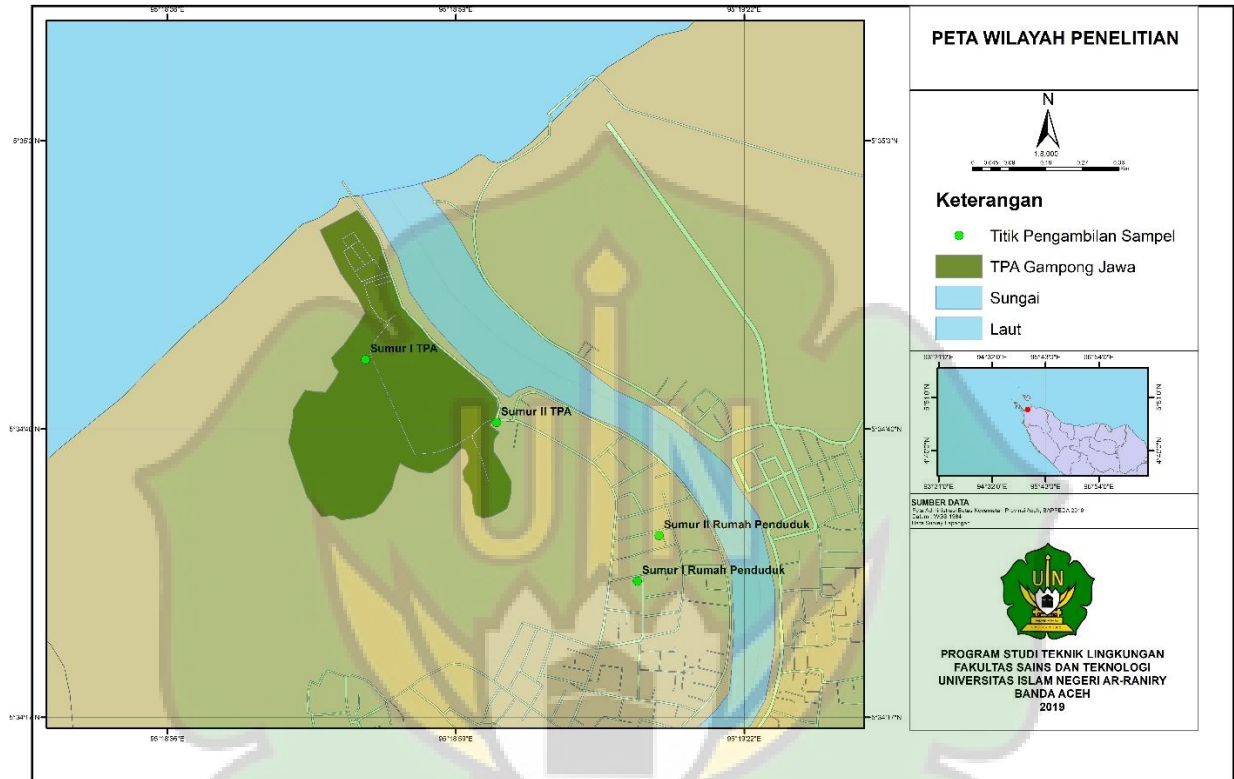
No	Tahun	Volume Sampah (m ³ /tahun)	Persentase (%)
1	2008	129.334	-
2	2009	171.996	32,99
3	2010	175.434	2
4	2011	175.963	0,30
5	2012	224.729	27,71
6	2013	228.188	1,54
7	2014	226.042	-0,94
8	2015	228.867	1,25
9	2016	287.425	25,59
10	2017	276.242	-3,89
Total			86.54

B.8 Proyeksi Jumlah Volume Timbunan Sampah Kota Banda Aceh dari Tahun 2018-2027

No	Tahun	Proyeksi Volume Sampah (m ³ /tahun)
1	2018	292565
2	2019	308888
3	2020	325211
4	2021	341534
5	2022	357858
6	2023	374181
7	2024	390504
8	2025	406827
9	2026	423150
10	2027	439473

LAMPIRAN C DOKUMENTASI TUGAS AKHIR

C.1 Lokasi Penelitian



C.2 Ketinggian Timbunan Sampah di TPA



C.3 Tempat Penimbunan Sampah



C.4 Pemindahan Pengangkutan Sampah



C.5 Penimbangan Sampah di Jembatan Timbang



C.6 Kolam Penampungan Air Lindi



C.7 Alat Berat



C.8 *Intermediate Treatment Facility (ITF)*



C.9 *Pengambilan Sampel*



RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Nama : M. Akbar Ardiansyah Hasibuan
2. NIM : 140702010
3. Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar/01 Mei 1995
4. Jenis Kelamin : Laki - Laki
5. Agama : Islam
6. Kebangsaan/Suku : Indonesia/Batak
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat : Jln. Teuku Iskandar, Dusun Barona No.8, Gla Deyah, Kecamatan Krueng Barona Jaya, Kabupaten Aceh Besar
9. Orang Tua/ Wali
 - a. Ayah : Uparuddin Hasibuan
 - b. Pekerjaan : -
 - c. Ibu : Senan Siregar (Almh)
 - d. Pekerjaan : -
 - e. Alamat Orangtua : Jln. Lingga No. 37, Kelurahan Toba, Kecamatan Siantar Selatan, Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara
10. Riwayat Pendidikan
 - a. SD : SD Swasta Perguruan Masyarakat Rakyat (PMR), Kota Pematangsiantar, Berijazah Tahun 2008
 - b. SMP : SMP Negeri 4 Kota Pematangsiantar, Berijazah Tahun 2011
 - c. SMA : SMA Muhammadiyah 1 Medan, Berijazah Tahun 2014
 - d. Perguruan Tinggi : Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh.



Banda Aceh, 10 Juli 2019
Penulis,

M. Akbar Ardiansyah Hasibuan
NIM. 140702010