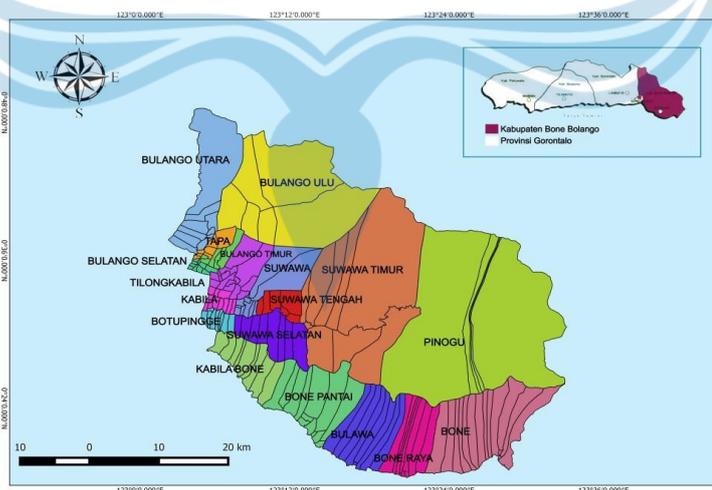


BAB II TINJAUAN LOKASI

2.1 GAMBARAN UMUM KABUPATEN BONE BOLANGO

Kabupaten Bone Bolango berada di bagian timur Provinsi Gorontalo. Pemekaran Kabupaten Gorontalo pada tahun 2003 menghasilkan kawasan ini. Undang-undang Nomor 6 Tahun 2003 tentang Pembentukan Kabupaten Bone Bolango dan Kabupaten Pohuwato di Provinsi Gorontalo, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4269, menjadi landasan terbentuknya Kabupaten Bone Bolango. Menurut informasi di situs resmi Bone Bolango, luas wilayahnya mewakili 16,24% dari total luas wilayah Provinsi Gorontalo. Gambar 2.1 menunjukkan peta Kabupaten Bone Bolango. Menurut letak fisiknya, batas wilayah kabupaten ini adalah sebagai berikut: sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Gorontalo Utara

- sebelah selatan berbatasan dengan Teluk Tomini
- sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gorontalo
- sebelah timur berbatasan dengan Provinsi Sulawesi Utara



Gambar 2. 1 Peta Wilayah Kabupaten Bone Bolango

Sumber : KDA Bone Bolango 2023

Secara administratif, Kabupaten Bone Bolango terdiri dari 18 Kecamatan yang dapat di lihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Daftar Kecamatan Bone Bolango

No	Kecamatan
1	Tapa
2	Bulango Utara
3	Bulango Timur
4	Bulango Selatan
5	Bulango Ulu
6	Kabila
7	Botupingge
8	Tilongkabila
9	Suwawa
10	Suwawa Selatan
11	Suwawa Timur
12	Suwawa Tengah
13	Pinogu
14	Bonepantai
15	Kabila Bone
16	Bone Raya
17	Bone
18	Bulawa

Dengan persentase penduduk sebesar 14,65%, Kecamatan Kabila mempunyai proporsi penduduk tertinggi. Sebaliknya, Kecamatan Bulango Selatan mempunyai kepadatan penduduk paling besar yakni 1.945,73 jiwa/km² jika dilihat dari kepadatan penduduk per wilayah (KDA Bone Bolango, 2023).

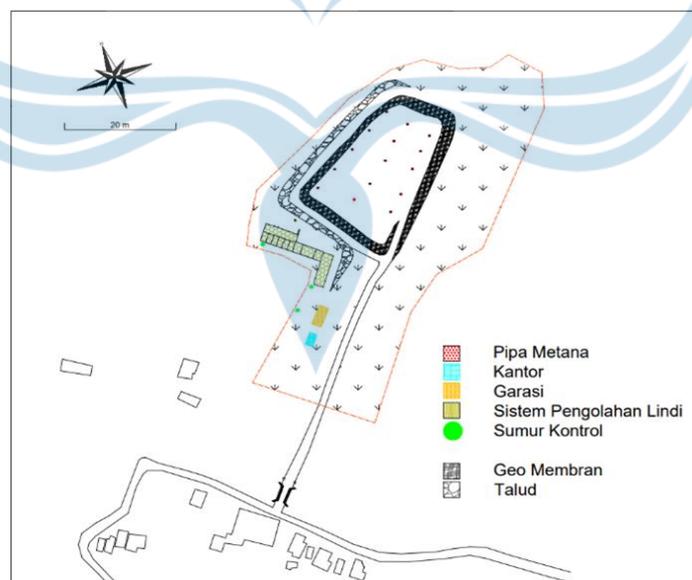
2.2 GAMBARAN UMUM PROYEK

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Bone Bolango terletak di Kecamatan Tilongkabila, Desa Lonuo. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Bone Bolango terletak di Kecamatan Tilongkabila, Desa Lonuo seperti dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Lokasi TPA Kab. Bone Bolango

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Bone Bolango memiliki luas tanah sebesar 5,2211 Ha. Bangunan utama terdiri dari zona landfill seluas 1,03 Ha, tanggul *landfill* +57.00, area cadangan tanah penutup seluas 0,70 Ha, 4 (empat) unit sumur pantau dan area *greenbelt*. Komponen infrastruktur eksisting TPA Kabupaten Bone Bolango dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Kondisi Eksisting TPA Kabupaten Bone Bolango

Beberapa bangunan Penunjang TPA Kabupaten Bone Bolango sebagai berikut:

1. Kantor TPA dengan luas bangunan $11 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 77 \text{ m}^2$
2. Garasi alat berat dengan luas bangunan $20 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 140 \text{ m}^2$
3. Bak Kontrol Lindi dengan luas bangunan 1.153 m^2
4. Jembatan, panjang 10,16 m, lebar 6,12 m, lebar bahu jalan 0,87 m.

Kondisi eksisting bangunan TPA juga belum memadai karena beberapa komponen pendukung TPA belum ada. Seperti dapat dilihat Gambar 2.4 jalan masuk menuju *landfill* TPA belum memadai untuk akses kendaraan. Pada sel *landfill* juga ditemukan beberapa kerusakan geomembran seperti dapat dilihat pada Gambar 2.5. Kondisi sumur pantau juga belum memiliki penutup sehingga sudah terdapat kotoran seperti dedaunan dan pasir yang masuk ke dalam sumur pantau seperti dapat dilihat pada Gambar 2.6. Bak pengontrol produksi lindi juga sudah dipenuhi air hujan dan tumbuhnya lumut seperti dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 4 Akses jalan menuju landfill TPA



Gambar 2. 5 Kerusakan Geo membran

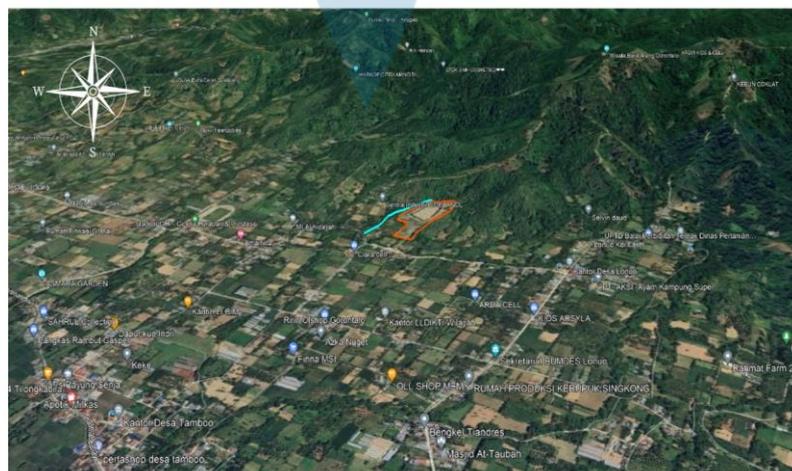


. Gambar 2. 6 Kondisi sumur pantau



Gambar 2. 7 Kondisi Bak Penampung Lindi

Lokasi TPA Kabupaten Bone Bolango dibangun di dekat pemukiman penduduk dan beberapa ruang publik. TPA ini juga dibangun berdekatan dengan jalur anak sungai di sebelah barat bangunan TPA, saat proses penggalian untuk pembangunan muncul mata air di bawah tanah yang saat ini berada di bawah *landfill*, Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 2.8. Mata air yang muncul ini kemudian ditampung dimanfaatkan oleh beberapa warga setempat untuk kebutuhan hidup sehari-hari seperti dapat dilihat pada Gambar 2.9. Saat ini TPA Kabupaten Bone Bolango digunakan untuk tempat bercocok tanam dan beternak seperti dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 8 Kondisi lingkungan sekitar TPA Kab. Bone Bolango



Gambar 2. 9 Mata air yang ditampung



Gambar 2. 10 Pemanfaatan lahan TPA untuk beternak dan bercocok tanam.

Hal ini yang dikhawatirkan oleh pemerintah setempat ketika TPA Kabupaten Bone Bolango beroperasi di masa yang akan datang, produksi lindi dari TPA ini akan mempengaruhi kualitas air tanah daerah setempat. Lokasi TPA yang berada di dekat pemukiman dan beberapa ruang publik berpotensi akan memberikan dampak negatif bagi kesehatan dan kualitas hidup masyarakat setempat.

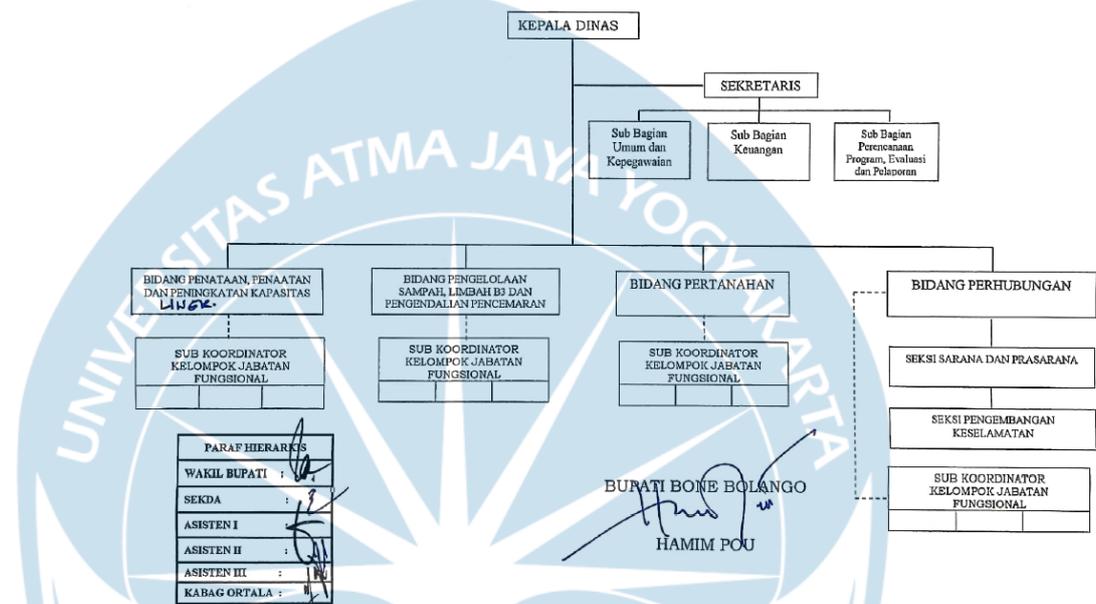
2.3 PROSES MANAGERIAL

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Bone Bolango saat ini dikelola oleh pihak Dinas Lingkungan Hidup Pertanahan Perhubungan Bone Bolango (DLH)

Bolango, Kepala Dinas yang menjabat saat ini adalah Bapak Hairil, S. E. dengan struktur organisasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.

LAMPIRAN XIV PERATURAN BUPATI BONE BOLANGO
 NOMOR : 109 TAHUN 2021
 TANGGAL : 31 Desember 2021
 TENTANG : ORGANISASI DAN TATA KERJA PEMERINTAH KABUPATEN BONE BOLANGO

STRUKTUR ORGANISASI DINAS LINGKUNGAN HIDUP, PERTANAHAN, DAN PERHUBUNGAN KABUPATEN BONE BOLANGO



Gambar 2. 11 Struktur Organisasi Dinas Lingkungan Hidup, Pertanian dan Perhubungan Kab. Bone Bolango

2.4 PELAKSANAAN KKN

Proses pelaksanaan kegiatan KKN Tematik dilaksanakan di Kabupaten Bone Bolango sebagai bentuk kontribusi mahasiswa secara langsung bagi masyarakat dan pemerintah setempat. Khususnya dalam Studi Kelayakan TPA Kabupaten Bone Bolango adalah sebuah bentuk penerapan ilmu-ilmu telah dipelajari agar dapat memperoleh hasil studi kelayakan yang menjadi bahan pertimbangan pemerintah Kabupaten Bone Bolango dalam mengoptimalkan pengelolaan TPA. Pelaksanaan kegiatan KKN Tematik dimulai pada tanggal 2 Oktober 2023 hingga pada 2 Desember 2023. Selama pelaksanaan KKN mahasiswa melakukan kegiatan pengumpulan data yang terdiri dari wawancara, tinjauan lokasi, peninjauan data-data terkait, pengolahan data, pelaporan progres. Pelaksanaan kegiatan KKN secara terperinci dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.5 KETERKAITAN KKN DENGAN KONVERSI

2.5.1 Metode Konstruksi dan Alat Berat

Metode Konstruksi dan Alat berat diimplementasikan dalam metode teknis pembangunan Instalasi Pengolahan Limbah (IPL) dengan metode sebagai berikut:

- 1) Penentuan Lokasi IPL, untuk lokasi TPA yang berada di daerah kemiringan IPL diposisikan pada lokasi dengan kondisi tanah yang stabil untuk mengantisipasi terjadinya pergeseran atau penurunan IPL saat dioperasikan. Kondisi di tanah stabil juga untuk menghindari rembesan yang terjadi agar tidak langsung mempengaruhi aliran air tanah.
- 2) Pembuatan bangunan IPL, terdiri dari beberapa langkah-langkah sebagai berikut:
 - Penggalian lokasi dengan menggunakan alat berat *excavator*. Penggalian dilakukan secara bertrap sesuai dengan jenis kolam dan kondisi medan. *Trap* pertama untuk kolam anaerobik, kemudian, kolam fakultatif, dan seterusnya kolam maturasi dan *wetland*.
 - Pemasangan lantai kolam, langkah awal dengan penebaran pasir dengan ketebalan kurang lebih 10 cm dan pemasangan lantai kerja. Kemudian besi tulangan plat lantai dirakit di atas lantai kerja sebelum pengecoran.
 - Pemasangan dinding/tembok kolom bertujuan agar kolam tetap kedap air. Dinding dipasang dengan pengecoran setelah seluruh sisi kolam terpasang besi tulangan dan bekisting tembok pada bagian luar dalam kolam.
 - Pemasangan penutup kolam anaerobik bertujuan untuk memaksimalkan kinerja bakteri anaerobik. Setelah tembok sekeliling kolam dan bekisting plat terpasang kemudian dilakukan pemasangan besi tulangan plat penutup kolam seperti pemasangan besi plat pada umumnya.

- 3) Instalasi Perpipaan, dimulai dari *landfill* menuju kolam stabilasi IPL sebagai penghubung untuk mengalirkan lindi baik dari *landfill* menuju kolam stabilasi IPL maupun dari kolam ke kolam. Pipa-pipa ini dipasang pada bagian atas dari sebagian kolam untuk mempertimbangkan proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Sebelum diproses IPL dihubungkan dengan *Gate Valve* yang berfungsi mengatur debit limbah yang masuk ke kolam. Instalasi perpipaan dimulai dari kolam anaerobik menjadi tempat penampungan awal limbah dengan kolam tertutup rapat untuk memaksimalkan proses penguraian oleh bakteri. Kemudian menuju kolam fakultatif lalu kolam maturasi dan berakhir di kolam wetland.
- 4) Evaluasi keberhasilan program dilakukan dengan pengecekan fungsi kinerja setiap komponen IPL.

Metode Konstruksi dan Alat berat, juga diimplementasikan dalam pengelolaan Tempat Pemrosesan Akhir dengan metode *sanitary landfill*, diperlukan penyediaan beberapa fasilitas operasional alat berat yang dijelaskan pada sub Bab 5.2 Rekomendasi Sarana dan Prasarana TPA.

Metode Konstruksi dan alat berat juga diimplementasikan dalam perhitungan estimasi kelayakan alat berat yang digunakan untuk mengelola TPA Kabupaten Bone Bolango khususnya alat excavator dan bulldozer. Dalam pengelolaan TPA Kabupaten Bone Bolango *sanitary landfill* membutuhkan alat berat sebagai sarana pengelolaan untuk pembuangan, penyebaran, pemerataan dan pemadatan sampah. Untuk TPA Kabupaten Bone Bolango direkomendasikan penggunaan alat berat *excavator* dan *bulldozer*. *Excavator* berfungsi untuk memindahkan sampah dari truk pembuang dan *bulldozer* untuk mendorong, menyebarkan dan memadatkan sampah secara rata di seluruh badan *landfill*. Untuk menentukan kelayakan alat berat di TPA Kabupaten Bone Bolango perlu dilakukan kajian estimasi atau perkiraan waktu operasional pekerjaan, jumlah alat berat, serta alur pekerjaan. Estimasi kajian ini

dilakukan dengan mempelajari studi terdahulu mengenai Analisis Evaluasi Kelayakan Alat Berat di TPA Sukawinatan Kota Palembang (Ramadhani dkk.) dan juga mempertimbangkan lokasi TPA Kabupaten Bone Bolango sendiri. Waktu operasional, pengadaan alat berat, serta alur pekerjaan diestimasikan sesuai pada Tabel 2.2:

Tabel 2. 2 Hasil estimasi alur waktu pembuangan sampah

Waktu operasional : 08.00 WITA – 17.00 WITA (8 jam)		
Alat Berat : <i>Excavator</i> (1 unit) dan <i>Bulldozer</i> (1 unit)		
No.	Alur Pekerjaan	Estimasi Waktu yang dibutuhkan
1.	Waktu penimbangan dan pemeriksaan sampah: Truk melewati alat timbangan dan mendata berat sampah dan operator juga memastikan jenis sampah yang diangkut adalah residu.	5 menit
2.	Waktu truk menuju lokasi pembuangan; Dimulai saat truk sudah melewati alat timbangan dan menunggu giliran untuk membuang sampah di <i>landfill</i> . TPA Kabupaten Bone Bolango hanya memiliki satu jalur menuju <i>landfill</i> sehingga kemungkinan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menunggu truk lain keluar dahulu untuk dapat membuang sampah di lahan <i>landfill</i> yang disediakan.	30 menit
3.	Waktu truk membuang sampah: Waktu yang dibutuhkan truk untuk membuang atau meletakkan sampah pada lahan <i>landfill</i> yang disediakan.	2 menit
4.	Waktu <i>excavator</i> mengayun dan mengambil sampah: <i>Excavator</i> mengambil sampah yang telah dibuang oleh 1 truk lalu menyebarluaskan ke lahan <i>landfill</i> , untuk selanjutnya dipadatkan menggunakan <i>bulldozer</i> .	15 menit.
5.	Waktu gusur <i>bulldozer</i> : Waktu yang diperlukan <i>bulldozer</i> untuk merapikan dengan meratakan sampah yang telah disebarkan sebelumnya.	5 menit
Waktu total operasi		57 menit

Dari hasil estimasi waktu operasi alat berat di TPA khususnya *excavator* selama 5 menit untuk melayani sampah satu truk dengan volume:

Volume sampah 1 truk = Volume truk x faktor pemadatan

$$= 8,4 \text{ m}^3 \times 1,2 = 10,08 \text{ m}^3$$

Produktivitas *excavator* melayani truk sampah tiap jamnya yaitu $10,08 \text{ m}^3$ dibutuhkan 15 menit, maka:

$$\text{Produktivitas } excavator = \frac{10,08 \text{ m}^3}{15 \text{ menit}} \times 60 \text{ menit} = 40 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Volume sampah yang masuk ke TPA per harinya diperoleh dari perhitungan perkiraan timbulan sampah rata-rata sampah per tahun per harinya sebesar $64,61 \text{ m}^3$. Perhitungan ini berdasarkan perencanaan zona 1 saja dengan estimasi timbulan sampah selama 2024 – 2027.

$$\begin{aligned} \text{Waktu operasional} &= \frac{\text{Volume sampah yang masuk/hari } \text{m}^3}{\text{produktivitas } excavator \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= \frac{64,61 \text{ m}^3}{40 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,615 \text{ jam} \end{aligned}$$

Produktivitas *bulldozer* melayani truk sampah tiap jamnya yaitu $10,08 \text{ m}^3$ dibutuhkan 5 menit, maka:

$$\text{Produktivitas } bulldozer = \frac{10,08 \text{ m}^3}{5 \text{ menit}} \times 60 \text{ menit} = 120,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu operasional} = \frac{64,61 \text{ m}^3}{144 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,45 \text{ jam } (\pm 45 \text{ menit})$$

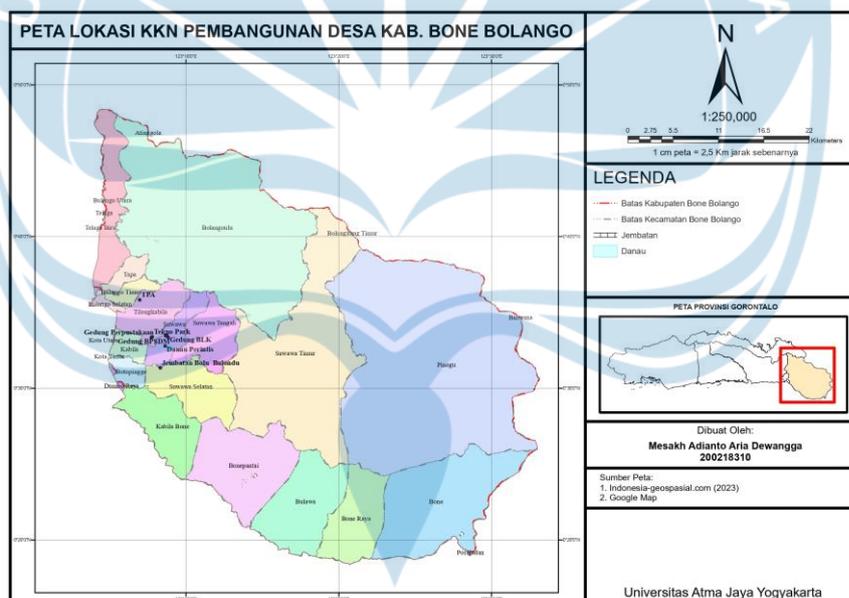
Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu operasional alat berat untuk melayani jumlah sampah yang masuk ke TPA per harinya, untuk 1 unit *excavator* selama 1,615 jam dan 1 unit *bulldozer* selama 0,45 jam. Kedua alat berat tersebut tidak melebihi jam operasional yaitu masih kurang dari 8 jam, sehingga tidak masih sangat cukup dengan 1 unit saja untuk masing-masing alat berat.

2.5.2 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan kemampuannya dalam menganalisa dan menampilkan data bereferensi geografis digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan beberapa parameter kriteria regional dan penyisih ddalam pelaksanaan studi kelayakan TPA Kabupaten Bone Bolango. SIG digunakan dalam menentukan beberapa parameter antara

lain, kondisi geologis melalui Peta Zona Kerentanan gerakan tanah Provinsi Gorontalo, kemiringan lereng melalui Peta Kemiringan lereng Kabupaten Bone Bolango, batas administrasi melalui peta rencana struktur ruang Kabupaten Bone Bolango 2021 – 2041, Potensi bahaya banjir melalui peta potensi bahaya banjir, daerah lindung melalui peta tata guna lahan melalui citra satelit, serta mengetahui keberadaan cagar alam melalui peta kawasan konservasi. Penerapan SIG juga dilakukan melalui pemantauan dengan citra satelit dalam menentukan parameter tata guna lahan sertasejarah penggunaan lahan TPA pada tahun-tahun sebelumnya.

Implementasi SIG juga digunakan dalam pembuatan Peta Kabupaten Bone Bolango dengan menggunakan ARCHGIS seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Peta Lokasi KKN Pembangunan Desa Kab. Bone Bolango

2.5.3 Teknologi Perbaikan Tanah

Banjir tahun 2020 menyebabkan erosi dan longsor di tepi Sungai Bone, khususnya di lokasi Jembatan Bulu Bulundu. Akibatnya, jembatan tersebut terputus, memutuskan konektivitas antarwilayah. Erosi yang terus menerus di tepi sungai membuat diperlukan tindakan cepat dan tepat untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Salah satu solusi inovatif yang diusulkan

untuk memperbaiki kerusakan di tepi sungai adalah penggunaan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah akan diaplikasikan sepanjang 660 meter di tepi sungai yang rentan terhadap erosi, dapat dilihat pada gambar 2.13. Metode ini tidak hanya akan membantu mengurangi tekanan arus sungai yang dapat mengakibatkan erosi lebih lanjut, tetapi juga memperkuat struktur tanah di sekitar Jembatan Bulo Bulundu.



Gambar 2. 13 Perencanaan DPT

Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dirancang khusus untuk menahan tekanan tanah dan menghambat erosi. Material yang digunakan dapat berupa beton bertulang, tanah kering, atau bahan lain yang mampu memberikan ketahanan terhadap arus sungai. Pemasangan dinding penahan tanah dilakukan secara menyeluruh, membentuk suatu benteng yang dapat melindungi tepi sungai dari erosi. Manfaat adanya dinding penahan tanah ini adalah :

1. Pencegahan Erosi: Dinding penahan tanah berfungsi sebagai benteng pertahanan alami, mengurangi dampak erosi di tepi sungai dan mencegah longsor lebih lanjut.

2. Perkuatan Struktur Tanah: Terpasangnya dinding penahan tanah juga akan memperkuat struktur tanah di sekitar Jembatan Bulo Bulundu, dan dapat memberikan fondasi yang lebih kokoh.

3. Pemulihan Konektivitas: Setelah pemasangan dinding penahan tanah, diharapkan Jembatan Bulo Bulundu dapat direkonstruksi, memulihkan konektivitas antarwilayah yang terputus.

Diharapkan dengan adanya penggunaan teknologi dinding penahan tanah sebagai metode perbaikan tanah di tepi Sungai Bone, terutama di sekitar Jembatan Bulo Bulundu, menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan. Dengan adanya perbaikan ini, diharapkan dapat mengurangi dampak kerusakan yang disebabkan oleh banjir tahun 2020 dan memberikan perlindungan jangka panjang terhadap erosi sungai. Langkah ini bukan hanya menjadi respons terhadap bencana masa lalu, tetapi juga investasi dalam keberlanjutan dan ketahanan infrastruktur terhadap ancaman alam di masa depan.

2.5.4 Pemeliharaan dan Retrofit Bangunan Infrastruktur

Pemeliharaan dan retrofit bangunan tempat pemrosesan akhir (TPA) sangat penting untuk memastikan keberlanjutan operasi, keamanan, dan keefisienan infrastruktur tersebut. Menurut Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA Departemen Pekerjaan Umum, TPA meliputi beberapa pemeliharaan yaitu :

- Pemeliharaan alat berat penting untuk memastikan kinerja yang optimal, keamanan, dan umur panjang peralatan tersebut yang meliputi :
 - a) Perawatan rutin dan pelumasan secara teratur peralatan termasuk ban, rem, kelistrikan, kalibrasi ; pergantian dan perbaikan komponen yang rusak
 - b) Pengecekan sistem bahan bakar termasuk filter bahan bakar dan injektor serta membersihkan tangki bahan bakar secara teratur

- c) Pelatihan untuk operator agar memiliki pemahaman mengenai peralatan dengan baik dan benar.
- Pemeliharaan Sarana dan Prasarana
 - a) Pemeliharaan jalan dilakukan khusus untuk kondisi jalan berlubang dan bergelombang.
 - b) Pemeriksaan rutin yang dilakukan pada setiap minggu khususnya pada musim penghujan untuk menjaga tidak ada kerusakan pada drainase dan pemeliharaan dari tanaman rumput atau semak
 - c) Inspeksi rutin untuk mendeteksi kebocoran yang diakibatkan oleh kerusakan geomembran.
 - d) Lakukan kegiatan pembersihan setiap harinya dan pemeliharaan secara berkala untuk bangunan kantor, pos jaga dan sarana sanitasi.

2.5.5 Beton Pracetak

Konstruksi saluran drainase di TPA Bone Bolango menggunakan U-ditch yang ditunjukkan dengan tanda panah pada gambar 2.14



Gambar 2. 14 Penampakkan Saluran Drainase TPA Bone Bolango

Penggunaan U-ditch ini merupakan implementasi metode pracetak yang dianggap sebagai alternatif untuk meminimalkan waktu pelaksanaan

dan kebutuhan pekerja. Berikut perbandingan pekerjaan drainase berdasarkan metode konvensional dengan metode pracetak u-ditch pada tabel 2.3 :

Tabel 2. 3 Perbandingan Beton Konvensional dan Pracetak

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Konvensional	Pekerjaan dilapangan mudah dan tidak memerlukan tenaga kerja ahli, fleksibel dalam jumlah karena dicor langsung di lapangan sesuai kebutuhan	Memerlukan tenaga kerja yang banyak, bekisting lebih banyak, pekerjaan terpengaruh oleh faktor cuaca
Pracetak	Mutu terjamin, proses produksi dan pemasangan lebih cepat, nilai estetika tinggi	Proses pengiriman rentan terjadi kerusakan, ada tambahan biaya untuk alat berat dalam pengerjaannya.

Dengan melakukan inspeksi rutin, perbaikan dan perawatan yang tepat, serta pembersihan secara berkala, U-Ditch dapat tetap berfungsi dengan baik dalam mengalirkan air dan mencegah genangan Cara perawatan dan pemeliharaan U-ditch yang ada di TPA Bone Bolango sebagai berikut :

- 1) Lakukan inspeksi rutin untuk memeriksa kondisi U-ditch jika ada keretakan, kerusakan dan deformasi.
- 2) Jika ditemukan kerusakan atau aus pada U-Ditch, segera lakukan perbaikan untuk mencegah kerusakan yang lebih parah. Pastikan perbaikan dilakukan dengan tepat sesuai
- 3) Pembersihan rutin untuk mengetahui apakah saluran tersumbat oleh material atau sampah

- 4) Selama proses pemasangan, adanya penyusunan rencana keselamatan kerja, identifikasi potensi risiko, dan memperhatikan perlindungan lingkungan.

2.5.6 Struktur Jembatan Baja Tahan Gempa

Jembatan Bulo Bulundu dibangun pada tahun 2018 dengan nilai kontrak sebesar Rp 7.400.000.000,00. Jembatan ini dibangun dengan tujuan untuk memperlancar sarana transportasi sejumlah desa di Kecamatan Suwawa. Wilayah ini dialiri oleh anak aliran sungai Bone. Jembatan rangka baja ini memiliki bentang 60 m, lebar jembatan 7 m, lebar lalu lintas 6 m dan lebar trotoar 0,5 m. Jembatan Bulo Bulundu sudah mengalami beberapa kali kerusakan, sampai akhirnya tahun 2020 mengalami kerusakan terparah yang mengakibatkan jembatan itu sudah tidak digunakan sebagai jalur transportasi utama. Penyebab dari kerusakan ini karena adanya terjangan banjir yang cukup besar. Kondisi saat ini, oprit bagian selatan sudah runtuh dan oprit bagian utara sudah tertutup oleh semak belukar. Sebelumnya, sudah ada upaya dari masyarakat untuk penanganan perbaikan jembatan, dilansir dari laman resmi BWS Wilayah Sulawesi II, perbaikan tahap pertama terjadi pada Oktober 2020 yang hanya bertahan beberapa hari. Sedangkan tahap kedua, perbaikan hanya bertahan hingga Desember 2020 hingga akhirnya kembali diterjang banjir dan menyebabkan longsor pada tebing tanah sisi selatan sehingga gerusan melebar dan jembatan putus.

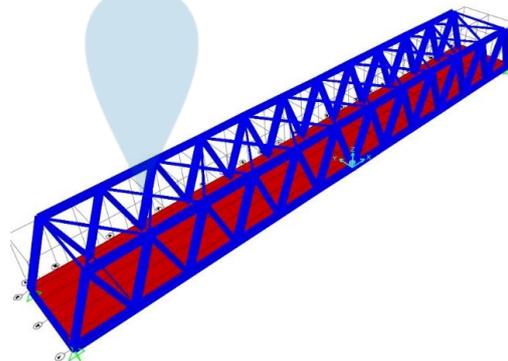
Pemodelan dan analisis pembebanan Jembatan Bulo Bulundu dilakukan dengan menggunakan bantuan software SAP2000. Berikut profil dan material jembatan dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2. 4 Resume Profil dan material

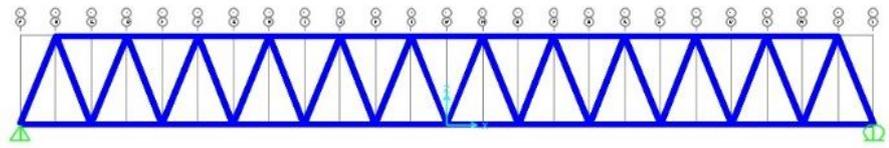
NO	ELEMENT	PROFIL
BAJA PROFIL		
1	<i>Top Chord</i>	H-BEAM / WF

2	<i>Bottom Chord</i>	H-BEAM / WF
3	<i>Diagonal</i>	H-BEAM / WF
4	<i>Cross Girder</i>	I-BEAM / WF
5	<i>Top Bracing</i>	H-BEAM / WF
BETON		
1	Plat Lantai, Beton $f'c = 30$ MPa	B.Jenis = 2,447 t/m ³
a	Tebal	300 mm
b	Lebar	9000 mm
2	Trotoar, Beton $f'c = 20$ MPa	B.Jenis = 2,2 t/m ³
a	Tebal	300 mm
b	Lebar	1000 mm
ASPAL (B.Jenis = 2,2 t/m³)		
a	Tebal	50 mm x2

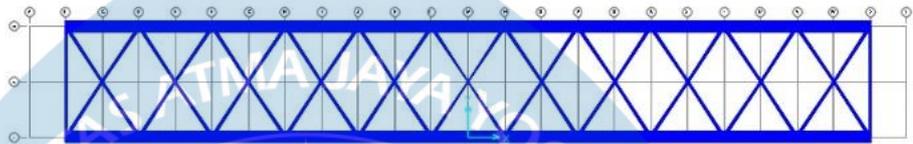
Hasil pemodelan menggunakan SAP2000 tercantum pada Gambar 2.15 sampai 2.18



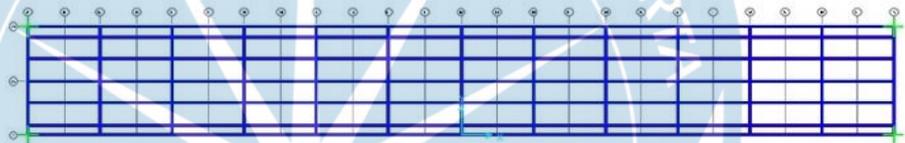
Gambar 2. 15 3D Model Jembatan Bulu Bulondu



Gambar 2. 16 Tampak Samping Jembatan Bulu Bulundu



Gambar 2. 17 Tampak Atas Jembatan Bulu Bulundu



Gambar 2. 18 Tampak Bawah Jembatan Bulu Bulundu

Untuk perhitungan pembebanan pada tabel 2.5 mengacu pada SNI 1725 : 2016 "Pembebanan untuk Jembatan".

Dengan :

- Beban terbagi rata (BTR) dihitung menggunakan rumus

$$q = 9,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{kPa untuk } L > 30\text{m}$$

maka,

$$q = 9,0 \left(0,5 + \frac{15}{60} \right) \text{kPa} = 6,750 \text{kPa} = 0,675 \text{ ton/m}^2$$

- Beban garis terpusat (BGT) dengan besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m nilai FBD 40% untuk bentang 60 m.

maka,

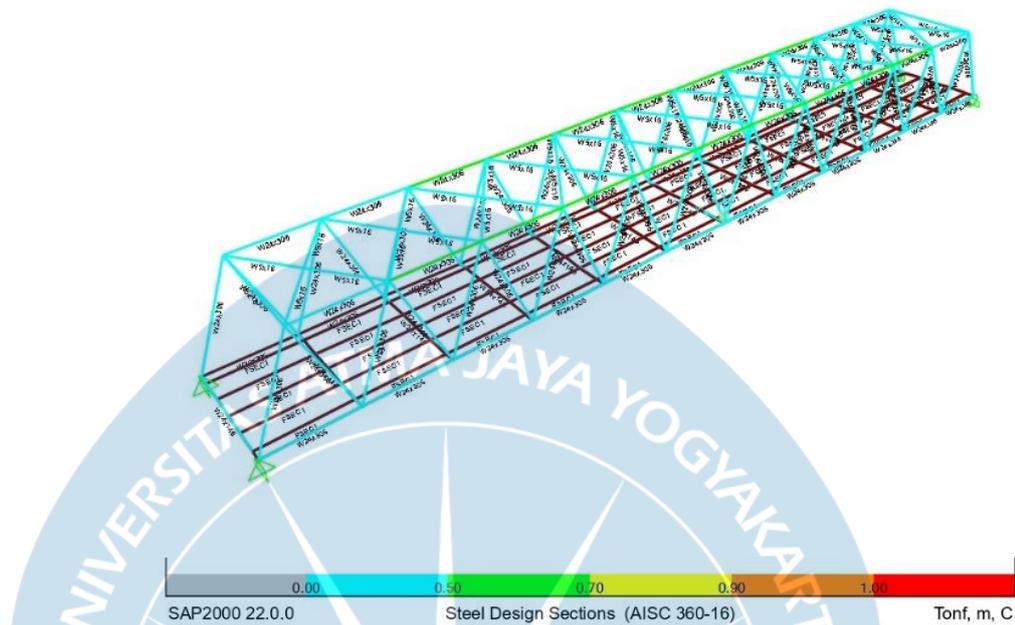
$$p = 49 \times 1,40 = 68,6 \text{ kN/m'}$$

Tabel 2. 5 Resume Beban dan Kombinasi Beban

No	BEBAN	INTENSITAS & LOKASI	FAKTOR BEBAN	FAKTOR BEBAN
A	Beban Permanen			
	1. BERAT SENDIRI (MS)	BETON $f_c = 30$ Mpa, BJ = 2,45 ton/m ³ BAJA BJ = 7,85 ton/m ³	<i>Define</i> propertis material & section pada model	1,1
	2. BERAT MATI TAMBAHAN (MA)	ASPAL 1 LAPIS + 1x OVERLAY (50mm x2) BJ = 2,2 ton/m ³	$0,05 \times 2 \times 2,2 = 0,22 \text{ ton/m}^2$	1,4
		TROTOAR BETON, tebal = 0,3m BJ = 2,2 ton/m ³	$0,3 \times 1 \times 5 \times 2,2 = 3,30 \text{ ton/titik buhul}$	1,4
		RAILING , PIPA 2 baris, dia. 3"	$0,00847 \times 2 \times 40 = 0,68 \text{ ton/10}$ $= 0,068 = 0,1 \text{ ton/titik buhul}$	1,4
B	Beban Lalu Lintas			
	1. BEBAN LAJUR "D" (BTR)	Beban Merata di Lajur Lalu Lintas	0,675 ton/m ²	1,8

	2. BEBAN GARIS TERPUSAT (BGT)	Beban Garis di Tengah Bentang Jembatan	6,86 ton/m'	1,8
	3. BEBAN TRUK "T"	Input sebagai beban titik sesuai konfigurasi gandar & roda pada tiap lajur lalin	= $50 \times (1 + FBD) = 50 \times (1+0,30) = 65$ ton (didistribusikan s/d besaran beban pada tiap roda)	1,8
	4. BEBAN PEJALAN KAKI (TP)	Beban Merata di Trotoar Kiri & Kanan	5 kPa = $0,5 \text{ ton/m}^2$ atau B.Titik = $0,5 \times 1 \times 5 = 2,5$ ton/titik buhul	1,8
C	KOMBINASI BEBAN			
	1. LAYAN 1 TD/TT	Input sebagai <i>Load Combination</i>	$1,0MS + 1,0MA + 1,0(TD/TT) + 1,0TP$	1725:2016 INPUT BEBAN
	2. KUAT 1 TD/TT		$1,1MS + 1,4MA + 1,8(TD/TT) + 1,8TP$	

Analisis output dan optimasi profil Jembatan Bulo Bulondu rangka baja 60 meter ditunjukkan pada gambar 2.19



Gambar 2. 19 Hasil Analisis Dan Desain Pembebanan Jembatan

Jembatan harus dirancang dengan kemungkinan keruntuhan yang rendah untuk menghindari kerusakan signifikan dan gangguan akibat gempa bumi yang kemungkinan terjadi lebih dari 7% dalam waktu 75 tahun. Beban gempa diperlakukan sebagai gaya horizontal yang ditentukan dari koefisien respon elastis (C_s) dikalikan dengan berat ekivalen struktur, kemudian dikoreksi dengan koefisien respon (R), sebagai berikut:

$$E_q = \left(\frac{C_{sm}}{R} \right) \times W_t$$

dimana :

E_q : Gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} : Koefisien respons gempa elastik pada moda getar ke- m

R : Faktor modifikasi respons

W_t : Berat total struktur (kN)

SNI 2833-2016 yang membahas tentang desain jembatan terhadap beban gempa, dikutip dalam perhitungan seismik. Standar ini diterapkan dalam konstruksi struktur jembatan tahan gempa dengan

mempertimbangkan beberapa konsep, salah satunya adalah struktur tersebut harus mampu merespon gempa kecil dan menengah dalam batas elastis tanpa mengalami kerusakan besar. Pergerakan tanah yang realistis dan intensitas gaya seismik dalam proses perencanaan adalah premis kedua, dan yang terakhir adalah Efek gempa bumi yang signifikan mencegah jembatan tersebut runtuh seluruhnya. Jika memungkinkan, kerusakan dapat lebih mudah diidentifikasi, sehingga memudahkan pemeriksaan dan perbaikan.

2.5.7 Teknik Pondasi

Mata kuliah teknik pondasi di implementasikan pada perancangan pondasi untuk pos jaga TPA Bone Bolango di Bab 5. Untuk detail gambar pondasi terdapat pada lampiran.

