

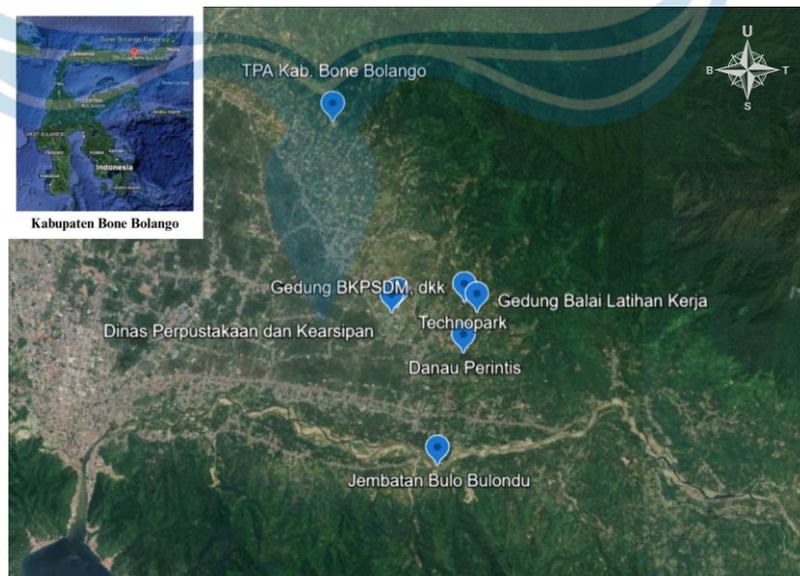
BAB II

KEGIATAN KKN

2.1. Gambaran Umum

Kegiatan KKN Pembangunan Desa MBKM dilakukan dalam beberapa program kerja yang dilaksanakan di Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Persebaran lokasi program kerja KKN Pembangunan Desa MBKM dapat dilihat pada Gambar 2.1. Adapun program kerja yang dilakukan pada Kegiatan KKN Pembangunan Desa MBKM terletak di lokasi:

1. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kabupaten Bone Bolango
2. Gedung BKPSDM
3. Gedung BLK
4. Gedung DPK
5. Jembatan Bulu Bulondu
6. Danau Perintis
7. Technopark



**Gambar 2. 1 Lokasi Program Kerja KKN
Pembangunan Desa MBKM**

2.2. Gedung Balai Latihan Kerja (BLK)

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, digunakan program kerja audit bangunan atau pemeriksaan bangunan. Subjek dalam pemeriksaan ini adalah Gedung Balai Latihan Kerja atau BLK. Gedung Balai Latihan Kerja berlokasi di Desa Ulanta, Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo dapat dilihat pada gambar 2.2 Berdasarkan peninjauan di lapangan, batasan wilayah gedung BLK saat ini adalah sebagai berikut:

- Batas Timur Laut : Pekarangan milik warga setempat
- Batas Tenggara : Lahan produktif milik pemerintah
- Batas Barat Daya : Kantor
- Batas Barat Laut : Rumah Warga



Gambar 2. 2 Lokasi Gedung Balai Latihan Kerja

Gedung Balai Latihan Kerja saat ini tidak dipergunakan dikarenakan pembangunan gedung tersebut tidak selesai yang disebabkan oleh beberapa kendala. Kondisi gedung dibiarkan begitu saja tanpa ada perbaikan atau melanjutkan konstruksi yang sempat berhenti. Kondisi akses jalan menuju gedung BLK juga harus melewati bekas ladang jagung warga atau tidak ada akses resmi menuju gedung tersebut. Adapun tampak bagian depan, belakang, samping kanan dan kiri gedung BLK dapat dilihat pada gambar 2.19 sampai dengan 2.22.



Gambar 2. 3 Tampak Depan Gedung Balai Latihan Kerja



Gambar 2. 4 Tampak Belakang Gedung Balai Latihan Kerja



Gambar 2. 5 Tampak Samping Kanan gedung Balai Latihan Kerja



Gambar 2. 6 Tampak Samping Kiri Gedung Balai Latihan Kerja

2.2.1. Kondisi Struktur Gedung BLK

Berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan, kondisi Gedung BLK dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Kondisi Struktur di Lapangan

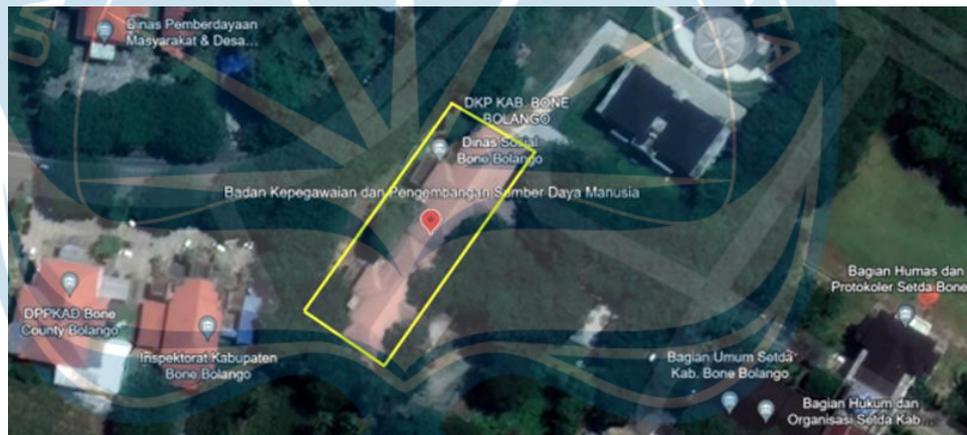
No	Deskripsi	Lokasi	Dokumentasi
1.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan terlihat tulangan pada balok AS E-F 2-3 terkespos.	Antara AS E-F 2-3	
2.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan balok AS F-G 2-3 keropos.	Antara AS F-G 2-3	

3.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan terlihat terdapat beberapa kolom yang pengecorannya tidak selesai.	AS H-3	
4.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan terlihat rangka baja ringan yang dipergunakan untuk struktur atap sudah banyak yang lepas dan terlihat tidak kokoh.	Antara AS A-G 1-3	
5.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan terlihat terdapat beberapa kolom yang pengecorannya tidak selesai.	AS I-1	
6.	Berdasarkan pengamatan secara visual di lapangan terlihat terdapat beberapa kolom yang pengecorannya tidak selesai.	AS H-1	

2.3. Gedung Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BKPSDM)

Gedung Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia berlokasi di sebelah barat Kantor Bupati Bone Bolango yang berlokasi di Jalan Prof. Dr. Ing B.J. Habibie, Kec. Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo dapat dilihat pada gambar 2.4. Berdasarkan peninjauan, batasan wilayah gedung BKPSDM saat ini adalah sebagai berikut:

- Batas Utara : Jl. Prof. Dr. Ing B.J Habibie
- Batas Selatan : Bagian Umum Setda Kabupaten Bone Bolango
- Batas Barat : Inspektorat Kabupaten Bone Bolango
- Batas Timur : DKP Kabupaten Bone Bolango



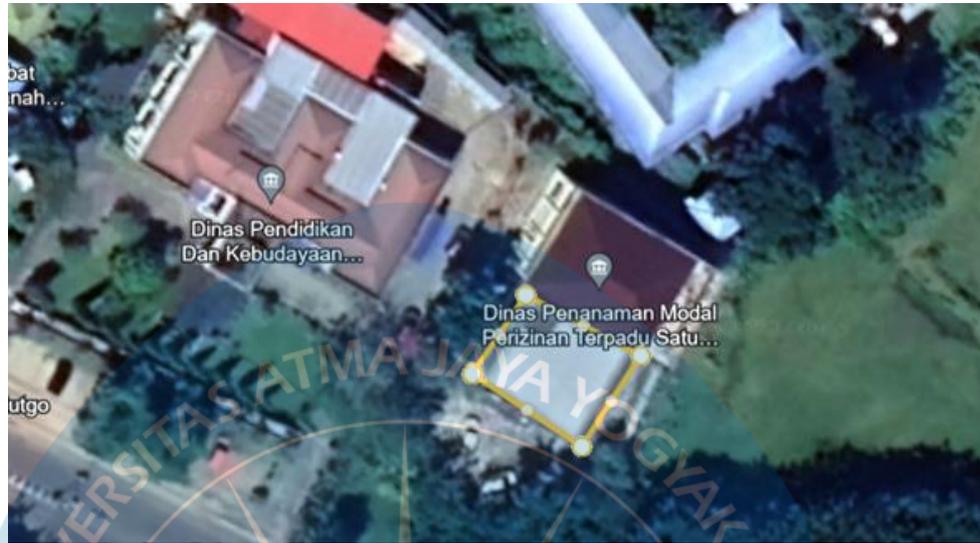
Gambar 2. 7 Lokasi Gedung Dewan Perpustakaan dan Kearsipan

2.4. Gedung Perpustakaan dan Kearsipan (DPK)

Gedung Dinas Perpustakaan dan Kearsipan berlokasi di sebelah barat kantor Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Bone Bolango yang beralamat di Jl. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Iloheluma, Kec. Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo 96119 dapat dilihat pada gambar 2.5. Berdasarkan peninjauan, batasan wilayah gedung DPK saat ini adalah sebagai berikut:

- Batas Utara : Jl. Prof. Dr. Ing B.J Habibie
- Batas Selatan : Dinas Penanaman Modal
- Batas Barat : Lahan Kosong

- Batas Timur : Dinas Pendidikan dan Kebudayaan



Gambar 2. 7. Lokasi Gedung Dinas Perpustakaan dan Kearsipan

2.5. Jembatan Bulo Bulundu

Jembatan Bulo Bulundu terletak pada Sungai Bone sebagai penghubung antara Kecamatan Suwawa dan Kecamatan Suwawa Selatan. Berikut adalah informasi tentang Jembatan Bulo Bulundu yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.2 Informasi Jembatan Bulo Bulundu

1	Nama bangunan	Jembatan Bulo Bulundu
2	Lokasi bangunan	Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo (0°31'19.7"N 123°08'20.0"E)
3	Nilai kontrak	Rp7.400.000.000,00
4	Batas Wilayah Bangunan	
	Arah utara	Perkebunan warga sekitar
	Arah selatan	Tebing sisa longsoran akibat banjir
	Arah timur	Sungai Bone
	Arah barat	Sungai Bone

2.6. Pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata (KKN)

Gedung Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Bone Bolango merupakan salah satu gedung milik Lembaga Pelatihan Kerja Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. Gedung ini berfungsi sebagai tempat uji kompetensi tenaga kerja dalam program meningkatkan kualitas dan produktivitas tenaga kerja. Pembangunan gedung ini dimulai pada tahun 2009. Namun, karena adanya satu dan lain hal gedung ini tidak dapat dilanjutkan pembangunannya hingga selesai. Menurut pengamatan secara visual di lapangan, banyak ditemukan kerusakan bangunan pada gedung tersebut baik kerusakan struktural maupun non struktural. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian ulang terkait struktur gedung BLK guna mempertimbangkan keberlanjutan fungsi gedung tersebut. Adapun program kerja dalam proses pengkajian ulang bangunan BLK adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran Komponen Struktur Eksisting Gedung.
2. *Finding Defect* Struktur dan Non Struktur.
3. Evaluasi dimensi struktur eksisting berdasarkan SNI 2847:2019
4. Evaluasi Kekuatan Struktur Eksisting menggunakan pengujian *hammertester*.
5. Rekomendasi Perbaikan Struktural.

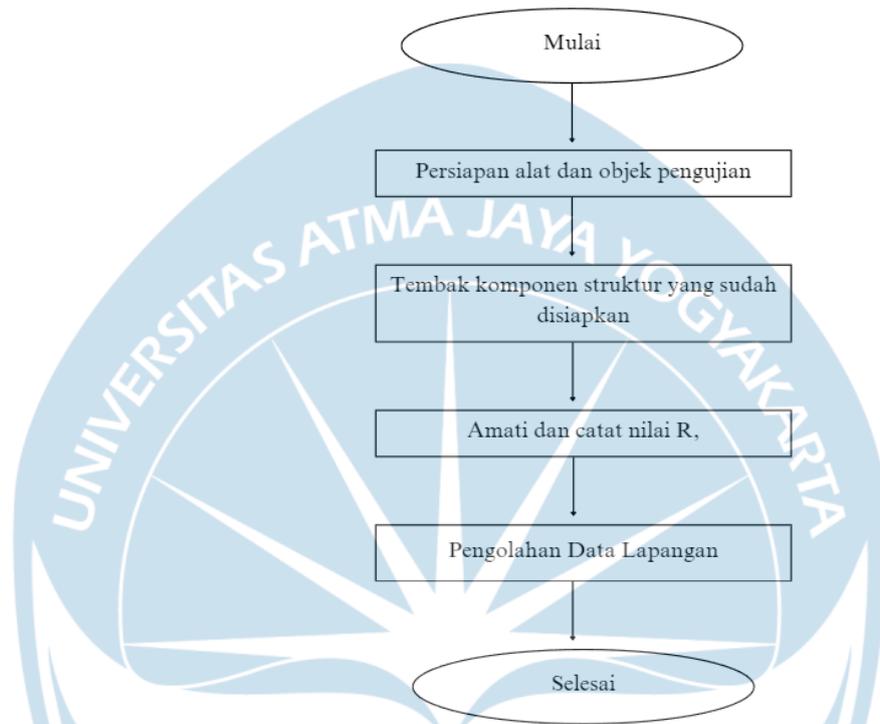
2.7. Keterkaitan Pelaksanaan KKN dengan Konversi Mata Kuliah

2.7.1. Teknologi Bahan Bangunan

Teknologi bahan bangunan merupakan salah satu mata kuliah konversi yang mempelajari topik terkait bahan bangunan yang digunakan pada proyek konstruksi beserta pengujian terkait bahan bangunan tersebut. Dalam kegiatan KKN, mata kuliah ini di intepretasikan dalam bentuk kegiatan pengujian desak beton menggunakan *hammertester*. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kuat tekan material beton pada bagian

struktur bangunan. Gedung yang digunakan sebagai objek pengujian merupakan Gedung Balai Latihan Kerja.

1. Flowchart Pelaksanaan



Gambar 2. 9. Flowchart Pelaksanaan Pengujian Hammertester

Sebelum dilakukan pengujian, terdapat beberapa hal yang perlu dipersiapkan, yakni alat hammertest, objek pengujian berupa komponen struktur (kolom, pelat, balok) yang bebas dari pasta semen dan memiliki permukaan yang relative datar.

Pengujian dilakukan dengan menembakan komponen struktur menggunakan hammertester. Satu kali pengujian berisi 10 kali tembakan. Setiap komponen struktur dilakukan 3 kali pengujian. Selama pengujian berlangsung, amati dan catat nilai R, hasil setiap tembakan yang tertera dalam hammertester. Catat pula sudut pukulan yang digunakan pada saat pengujian

Setelah pengujian selesai dilakukan, olah data yang didapat di lapangan. 12engka tahapan pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Hitung nilai minimum, maksimum, dan rerata setiap pengujian.
- Tentukan nilai perkiraan kuat tekan beton berdasarkan tabel diagram desak hammertester yang dapat dilihat pada lampiran
- Hitung perkiraan kuat tekan beton terkoreksi, hasil perkalian antara perkiraan kuat tekan beton dengan faktor koreksi. Faktor koreksi diasumsikan bernilai 0,83.
- Hitung perkiraan kuat tekan beton terkoreksi pada masing-masing komponen struktur. Konversikan hasil pengujian dalam satuan Mega Pascal.

Dalam pelaksanaan pengujian ini, terdapat beberapa kendala yakni:

- Terdapat beberapa objek pengujian yang sudah dilakukan finishing menggunakan pasta semen.
- Kondisi pelat struktur yang tertutup sampah daun, tanah dan kotoran hewan.
- Minimnya alat pembersih objek pengujian berupa batu gosok.

2. Perhitungan

Contoh perhitungan pengolahan data pada komponen struktur kolom

- Data hasil pengujian di lapangan

Tabel 2. 3. Hasil Pengujian Hammertest Struktur Kolom

Elemen Struktur	Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3
Sudut Pukulan	0	0	0
Kode Bidang Uji	I2	H/2	I/4
	1	22	20
			25

Nilai Lenting Palu Beton R	2	24	22	24
	3	28	24	22
	4	24	24	24
	5	22	21	21
	6	22	21	26
	7	22	21	22
	8	20	28	21
	9	24	28	20
	10	24	23	20

- Menghitung nilai minimum, maksimum, dan rerata pengujian

Kolom 1

Nilai minimum = 20

Nilai maksimum = 28

Nilai rerata = $\frac{(22+24+28+24+22+22+22+20+24+24)}{10}$

= 23.2

Kolom 2

Nilai minimum = 20

Nilai maksimum = 28

Nilai rerata = $\frac{(20+22+24+24+21+21+21+28+28+23)}{10}$

= 23.2

Kolom 3

Nilai minimum = 20

Nilai maksimum = 26

Nilai rerata = $\frac{(25+24+22+24+21+26+22+21+20+20)}{10}$

= 22.5

- Menentukan nilai perkiraan kuat tekan beton berdasarkan tabel diagram desak hammertester.

Kolom 1 = 143,20 Kg/cm²

$$\text{Kolom 2} = 143,20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kolom 3} = 111,01 \text{ Kg/cm}^2$$

- Menghitung nilai perkiraan kuat tekan beton terkoreksi dengan faktor koreksi = 0,83.

$$\begin{aligned} \text{Kolom 1} &= 143,20 \times 0,83 = 118,86 \\ &\text{Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom 2} &= 143,20 \times 0,83 = 118,86 \\ &\text{Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom 3} &= 111,01 \times 0,83 = 111,01 \\ &\text{Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai perkiraan kuat tekan beton

$$\text{Perkiraan kuat tekan beton (fc')} = \frac{(118,86+118,86+111,01)}{3}$$

$$= 116,24 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 11,40 \text{ Mpa}$$

3. Hasil

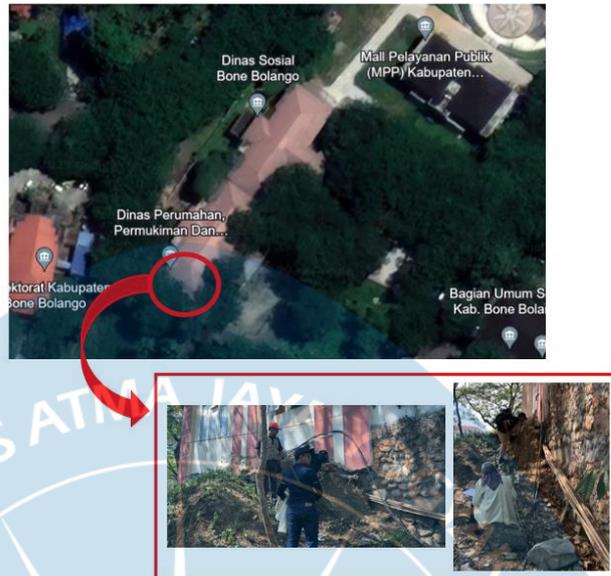
Berdasarkan hasil pengujian hammertest yang dilakukan pada Gedung Balai Latihan Kerja, didapatkan kuat tekan pada komponen struktur kolom = 11,40 Mpa, pelat = 18,44 Mpa, balok = 21,64 Mpa. Namun hasil tersebut perlu diolah lebih lanjut akibat kendala-kendala yang terjadi saat pengujian berlangsung. Hasil pengujian hammertester pada Gedung Balai Latihan Kerja dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 4 Form Hasil Pengujian Hammertester

FORM HAMMER TEST										
NAMA KLIEN	Bappeda Litbang Kabupaten Bone Bolango									
TANGGAL	31 Oktober 2023									
LOKASI	Gedung Balai Latihan Kerja, Ulanta, Kec. Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo									
NAMA PERSONIL	HARI				AREA PENGUJIAN					
Frederick Ernesta D. G, Martinus Revano B. P, Klemensia N. P, Hima Noer H	Selasa				Gedung BLK Lantai 2					
ELEMEN STRUKTUR	Kolom	Kolom	Kolom	Pelat	Pelat	Pelat	Balok	Balok	Balok	
SUDUT PUKULAN	0	0	0	-90	-90	-90	-90	-90	90	
KODE BIDANG UJI	I2	H/2	I/4	Zona 2	F-G/2-3	D-E/1-2	Tangga	I/2-3	I-J/3	
Nilai Lenting Palu Beton R	1	22	20	25	28	24	27	24	28	32
	2	24	22	24	32	23	26	36	22	35
	3	28	24	22	26	22	23	26	24	32
	4	24	24	24	28	24	31	28	26	36
	5	22	21	21	28	21	25	28	24	32
	6	22	21	26	28	24	26	24	20	34
	7	22	21	22	26	24	20	26	22	30
	8	20	28	21	32	25	31	32	24	36
	9	24	28	20	24	25	22	22	26	32
	10	24	23	20	28	27	21	24	26	32
(R) MINIMUM	20	20	20	24	21	20	22	20	30	
(R) MAKSIMUM	28	28	26	32	27	31	36	28	36	
(R) RATA-RATA	23,2	23,2	22,5	28	23,9	25,2	27	24,2	33,1	
PERKIRAAN KUAT TEKAN BETON (kg/cm ²) (KUBUS)	143,20	143,20	133,75	263,00	198,5	218,2	247,00	203	347,7	
FAKTOR KOREKSI	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
PERKIRAAN KUAT TEKAN BETON TERKOREKSI (kg/cm ²)	118,86	118,86	111,01	218,29	164,76	181,11	205,01	168,49	288,59	
RERATA PERKIRAAN KUAT TEKAN BETON	116,24		188,05			220,70				
KUAT TEKAN BETON (MPA)	11,40		18,44			21,64				

2.4.2. Teknologi Perbaikan Tanah

Teknologi perbaikan tanah merupakan salah satu mata kuliah konversi yang mempelajari topik terkait cara untuk memperbaiki sifat teknis tanah. Dalam kegiatan KKN, mata kuliah ini diinterpretasikan dalam proses perkuatan tarik geosintetik pada tanah timbunan Gedung BKPSDM dkk. Berdasarkan peninjauan secara visual di lapangan, Gedung BKPSDM memiliki tanah timbunan yang terdapat di sebelah barat daya gedung setinggi ± 3 m dari permukaan tanah. Detail lokasi dan tampak timbunan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 10 Detail Lokasi dan Tampak Timbunan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Kondisi gedung di lapangan terdapat penurunan tanah pada lantai 1 di beberapa titik. Hal ini diduga terjadi akibat timbunan dibangun diatas tanah lunak. Pembangunan timbunan di atas tanah lunak dapat menimbulkan potensi kegagalan timbunan akibat gerakan tanah lunak 16engkan lateral yang terdapat di bawahny (Buku Teknologi perbaikan tanah).

Beberapa solusi dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah dengan menambahkan pasangan geosintetik pada dasar tanggul. Geosintetik merupakan bahan material yang terbuat dari bahan polymer. Geosintetik yang memiliki kuat tarik tinggi dapat menambah stabilitas timbunan, memperkaku sifat timbunan, dan menstabilkan struktur timbunan dari gangguan stabilitasnya.

1. Perhitungan Kuat Tarik Geosintetik Ultimit (T_u)

2.7.1. Data Lapangan

Tanah Timbunan

- Jenis tanah

Berdasarkan peninjauan secara visual dan kondisi di lapangan, tanah timbunan pada lapisan atas tanah lempung dapat di klasifikasikan dalam material granular bercampur tanah.

- Tinggi timbunan (H) = 3 m
- Berat volume tanah timbunan (γ)

Klasifikasi	Deskripsi tanah visual	Berat volume kering maksimum (kN/m^3)	Kadar air optimum (%)	Perkiraan kinerja tanah-dasar
A-1-a A-1-b	Material <i>granular</i>	18,1–22,3	7–15	Baik sampai baik sekali
A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7	Material <i>granular</i> bercampur tanah	17,3–21,2	9–18	Sedang sampai sangat baik
A-3	Pasir dan pasir halus	17,3–18,1	9–15	Sedang sampai baik
A-4	Lanau dan lanau berpasir	14,9–20,4	10–20	Buruk sampai bagus
A-5	Lanau dan lempung elastis	13,3–15,7	20–35	Tidak memuaskan
A-6	Lanau-lempung	14,9–18,8	10–30	Buruk sampai bagus
A-7-5	Lempung berlanau elastis	13,3–15,7	20–35	Tidak memuaskan
A-7-6	Lempung	14,1–18,1	15–30	Buruk sampai sedang

Berdasarkan jenis tanah timbunan, yakni material granular bercampur tanah, berat volume kering maksimum tanah timbunan diasumsikan sebesar 21 Kn/m^3 .

- Sudut geser dalam (ϕ'), Kohesi I

Tabel 2. 2 Nilai Tipikal c' and ϕ' (AS 4678, 2002)

Kelompok tanah	Tipikal tanah	Parameter Tanah	
		c' (kPa)	ϕ' (degrees)
Buruk	Tanah lempung lunak dan teguh dengan plastisitas sedang ke tinggi; lempung berlanau; isian lempung bervariasi lepas; lanau berpasir lepas.	0-5	17-25
Sedang	Lempung berpasir kaku; lempung berkerkil; pasir berlempung padat; lanau berpasir; isian lempung padat.	0-10	26-32
Bagus	Pasir berkerkil; pasir padat; isian kerkil dan batu pasir pecah; pasir padat bergradasi baik	0-5	32-37
Sangat Bagus	Batu terlapukan lemah; isian lapis dasar jalan terkontrol; kerkil dan beton daur ulang	0-25	36-43

Berdasarkan tipikal tanah yang dimiliki oleh tanah timbunan, asumsi nilai kohesi I sebesar 2,5 Kn/m^2 dan sudut geser dalam (ϕ') sebesar 35°.

- Kemiringan lereng

Kemiringan lereng pada tanah timbunan diasumsikan dalam 2H : 1V.

Tanah di bawah timbunan

- Jenis tanah

Tabel 3.5 : Nilai daya dukung tanah dasar pondasi berdasarkan data sondir titik S-02 menggunakan formulasi pondasi dalam, dengan diameter tiang 50 cm.

NO.	LOKASI / KEDALAMAN	TEKANAN KONUS (qc)	JUMLAH HAMBATAN PELEKAT (JHP)	DIAMETER PILAR (D)	KELILING PILAR (O)	LUAS PENAMPANG (A)	DAYA DUKUNG DIIJINKAN (Q _{all})
	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(ton)
2	Titik Sondir S-02 ~ Bila Ø Tiang 50 cm						
	0,00	0	10	50	157	1.963	0,22
	0,20	50	40	50	157	1.963	33,61
	0,40	14	42	50	157	1.963	10,10
	0,60	13	44	50	157	1.963	9,49
	0,80	11	46	50	157	1.963	8,23
	1,00	10	48	50	157	1.963	7,62
	1,20	9	50	50	157	1.963	7,01
	1,40	12	52	50	157	1.963	9,02
	1,60	10	54	50	157	1.963	7,75
	1,80	9	56	50	157	1.963	7,14
	2,00	9	58	50	157	1.963	7,19
	2,20	10	60	50	157	1.963	7,89
	2,40	10	62	50	157	1.963	7,93
NO.	LOKASI / KEDALAMAN	TEKANAN KONUS (qc)	JUMLAH HAMBATAN PELEKAT (JHP)	DIAMETER PILAR (D)	KELILING PILAR (O)	LUAS PENAMPANG (A)	DAYA DUKUNG DIIJINKAN (Q _{all})
	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(ton)
2	Titik Sondir S-02 ~ Bila Ø Tiang 50 cm						
	2,60	11	64	50	157	1.963	8,63
	2,80	11	66	50	157	1.963	8,68
	3,00	15	86	50	157	1.963	11,74
	3,20	22	88	50	157	1.963	16,37
	3,40	19	90	50	157	1.963	14,45
	3,60	17	92	50	157	1.963	13,18
	3,80	14	94	50	157	1.963	11,27
	4,00	14	96	50	157	1.963	11,31
	4,20	3	98	50	157	1.963	4,16
	4,40	2	100	50	157	1.963	3,55
	4,60	4	102	50	157	1.963	4,90
	4,80	7	106	50	157	1.963	6,96
	5,00	9	108	50	157	1.963	8,31
	5,20	2	110	50	157	1.963	3,78
	5,40	3	112	50	157	1.963	4,47
	5,60	5	118	50	157	1.963	5,92
	5,80	30	138	50	157	1.963	22,72
	6,00	100	208	50	157	1.963	70,08
	6,20	150	408	50	157	1.963	107,28

Dalam klasifikasi jenis tanah di bawah timbunan, digunakan data Uji Tes Sondir pada Gedung Kantor Bupati Bone Bolango. Berdasarkan data tersebut, lapisan tanah dibawah timbunan memiliki nilai $q_{c\text{rerata}} = 11,06$ Kg/cm² sebelum berada di lapisan tanah keras sehingga dapat diklasifikasikan sebagai tanah lunak karena memiliki nilai $0 \text{ Kg/cm}^2 < q_{c\text{rerata}} < 50 \text{ Kg/cm}^2$. Kedalaman

tanah lunak mulai dari 0-5,8 meter. Jenis tanah diasumsikan sebagai tanah dominan lanau atau lempung.

- Tebal tanah lunak = 5,8 meter
- Berat volume tanah lunak (γ)

Klasifikasi	Deskripsi tanah visual	Berat volume kering maksimum (kN/m^3)	Kadar air optimum (%)	Perkiraan kinerja tanah-dasar
A-1-a A-1-b	Material <i>granular</i>	18,1–22,3	7–15	Baik sampai baik sekali
A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7	Material <i>granular</i> bercampur tanah	17,3–21,2	9–18	Sedang sampai sangat baik
A-3	Pasir dan pasir halus	17,3–18,1	9–15	Sedang sampai baik
A-4	Lanau dan lanau berpasir	14,9–20,4	10–20	Buruk sampai bagus
A-5	Lanau dan lempung elastis	13,3–15,7	20–35	Tidak memuaskan
A-6	Lanau-lempung	14,9–18,8	10–30	Buruk sampai bagus
A-7-5	Lempung berlanau elastis	13,3–15,7	20–35	Tidak memuaskan
A-7-6	Lempung	14,1–18,1	15–30	Buruk sampai sedang

Berdasarkan jenis tanah, yakni tanah lunak dominan lanau-lempung, berat volume kering maksimum tanah timbunan diasumsikan sebesar 17 Kn/m^3 .

- Taksiran harga kekuatan geser *undrained* (C_u)

Tabel . Konsistensi tanah (untuk tanah dominan lanau dan lempung)

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser <i>undrained</i> , C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q_c (dari Sondir)	
	kPa	ton/ m^2		kg/ cm^2	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20– 40	2000 –4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10.	10 – 20	40 –75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10. – 20.	20 – 40	75– 150	7500 – 15000
Keras (hard)	> 200	> 20.	> 40	> 150	> 15000

Sumber : Mochtar (2006), revised (2012)

Berdasarkan nilai $q_{c\text{rerata}}$ pada data Uji Tes Sondir pada Gedung Kantor Bupati Bone Bolango, tanah lunak di bawah timbunan memiliki nilai taksiran harga kuat geser *undrained* (C_u) sebesar 20 Kn/m^2 .

- Sudut geser dalam (ϕ')

Tabel 2. 2 Nilai Tipikal c' and θ' (AS 4678, 2002)

Kelompok tanah	Tipikal tanah	Parameter Tanah	
		c' (kPa)	θ' (degrees)
Buruk	Tanah lempung lunak dan teguh dengan plastisitas sedang ke tinggi; lempung berlanau; isian lempung bervariasi lepas; lanau berpasir lepas.	0-5	17-25
Sedang	Lempung berpasir kaku; lempung berkerikil; pasir berlempung padat; lanau berpasir; isian lempung padat.	0-10	26-32
Bagus	Pasir berkerikil; pasir padat; isian kerikil dan batu pasir pecah; pasir padat bergradasi baik	0-5	32-37
Sangat Bagus	Batu terlapukan lemah; isian lapis dasar jalan terkontrol; kerikil dan beton daur ulang	0-25	36-43

Berdasarkan jenis tanah yang diasumsikan (dominan lempung lunak), nilai sudut geser dalam tanah dibawah timbunan bernilai 21° .

Tabel 2. 5. Rekapitulasi Parameter Tanah

	Nilai
Tanah Timbunan	
Jenis tanah	granular bercampur tanah
Tinggi timbunan (H)	3 meter
Berat volume tanah timbunan (γ)	21 Kn/m ³
Sudut geser dalam (θ')	2,5 Kn/m ²
Kohesi I	35°
Kemiringan lereng	2H : 1V
Tanah di bawah timbunan	
Jenis Tanah	Tanah lunak dominan lanau atau lempung.
Tebal tanah (H)	5,8 meter
Berat volume tanah lunak (γ)	17 Kn/m ³
Taksiran harga kekuatan geser <i>undrained</i> (C_u)	20 Kn/m ²
Sudut geser dalam (θ')	21°

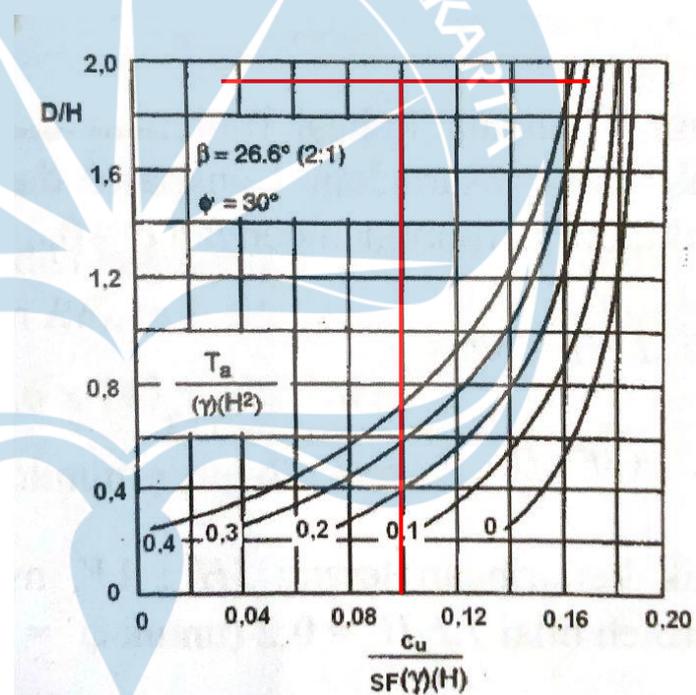
2.7.2. Hitung nilai $\frac{Ta}{(\gamma)(H^2)}$

$$- \frac{D}{H} = \frac{5,8}{3} = 1,93$$

$$- \frac{Cu}{(SF)(\gamma)(H)} = \frac{20}{(1,5)(17)(5,8)} = 0,135$$

*digunakan faktor aman (SF) pada tinjauan terhadap stabilitas geser internal (jangka Panjang) = 1,5.

$$- \frac{Ta}{(\gamma)(H^2)} = 0,04$$



b) Kemiringan lereng 2H : 1V

Untuk menentukan nilai $\frac{Ta}{(\gamma)(H^2)}$ digunakan

Grafik Stabilitas Timbunan Bertulangan Geosintetik pada tanah lunak (Bonaparte dan Christoper, 1987). Oleh karena titik pertemuan

grafik tidak bernilai, maka digunakan nilai terbesar, yakni 0,04 untuk $\theta'=30^\circ$.

2.7.3. Analisis Struktur Metode Matriks

Analisis struktur merupakan suatu tahapan analisis yang bertujuan untuk mengetahui perilaku pada komponen struktur akibat beban yang bekerja. Terdapat dua metode penyelesaian yang dapat digunakan untuk menganalisis struktur yakni metode klasik manual dan metode matriks. Analisis metode matriks merupakan metode penyelesaian yang lebih cepat dalam proses perhitungannya terutama pada struktur yang kompleks. Dalam kegiatan KKN Pembangunan Desa ini, analisis struktur metode matriks diterapkan dalam menentukan matriks kekakuan batang pada portal bidang Gedung Dinas Perpustakaan dan Kearsipan menggunakan aplikasi Octave.

Ukuran:

Balok = 0,20 x 0,45 (m)

Kolom = 0,35 x 0,35 (m)

Berdasarkan hasil uji Hammertester, didapatkan nilai kekuatan beton sebesar 25 MPa. Sehingga modulus elastisitas beton yang didapat sebesar:

$$E = 4700\sqrt{f'c} = 4700\sqrt{25} = 23.500 \text{ MPa}$$

$$= 2,35 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 2. 6. Hubungan Antar Batang

Batang	Ujung-i	Ujung-j
1	1	2
2	2	3
3	3	4

Proses pembentukan matriks kekakuan struktur [K]:

1. Pembentukan matriks identitas batang

$$ID1 = [0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4]$$

```
ID2 = [ 2 3 4 5 6 7 ]
```

```
ID3 = [ 5 6 7 0 0 8 ]
```

2. Pendefinisian koordinat joint dan property material penampang

```
n1=coor(0,0)
```

```
n2=coor(0,4)
```

```
n3=coor(4,4)
```

```
n4=coor(4,0)
```

```
E=2.35e7
```

```
A1=0.35*0.35 % batang 1
```

```
I1=1/12*0.35*0.35^3
```

```
A2=0.2*0.45 % batang 2
```

```
I2=1/12*0.2*0.45^3
```

```
A3=0.35*0.35 % batang 3
```

```
I3=1/12*0.35*0.35^3
```

3. Pendefinisian elemen-elemen, matriks kekakuan local dan global, transformasi, serta vector tujuan

```
[L1,T1]=memf(n1,n2) % menghitung L dan T
```

```
k1=klf(E,A1,I1,L1) % k lokal
```

```
K1=kg(k1,T1)
```

```
ID1=[0 0 1 2 3 4]
```

```
[L2,T2]=memf(n2,n3)
```

```
k2=klf(E,A2,I2,L2)
```

```
K2=kg(k2,T2)
```

```
ID2=[2 3 4 5 6 7]
```

```
[L3,T3]=memf(n3,n4)
```

```
k3=klf(E,A3,I3,L3)
```

```
K3=kg(k3,T3)
```

```
ID3=[5 6 7 0 0 8]
```

4. Pendefinisian derajat kebebasan dan perakitan matriks kekakuan struktur.

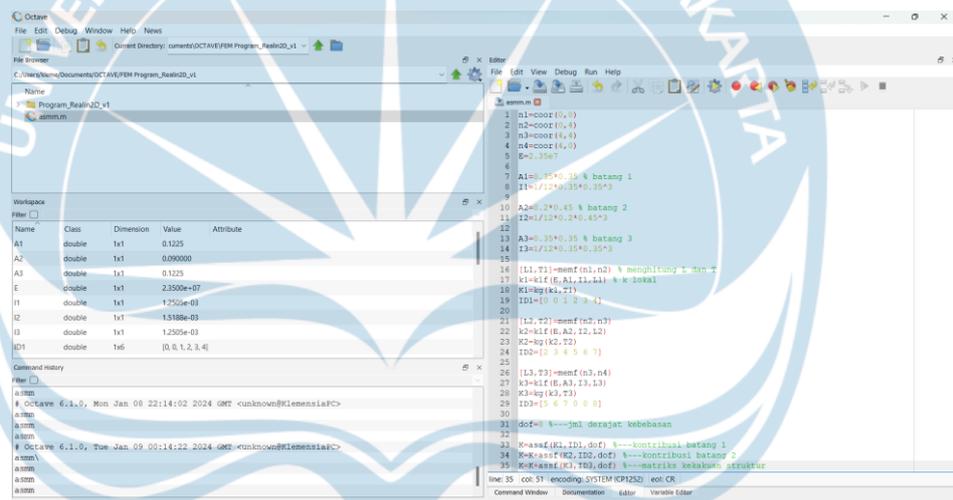
dof=8 %---jml derajat kebebasan

K=assf(K1,ID1,dof) %---kontribusi batang 1

K=K+assf(K2,ID2,dof) %--- kontribusi batang 2

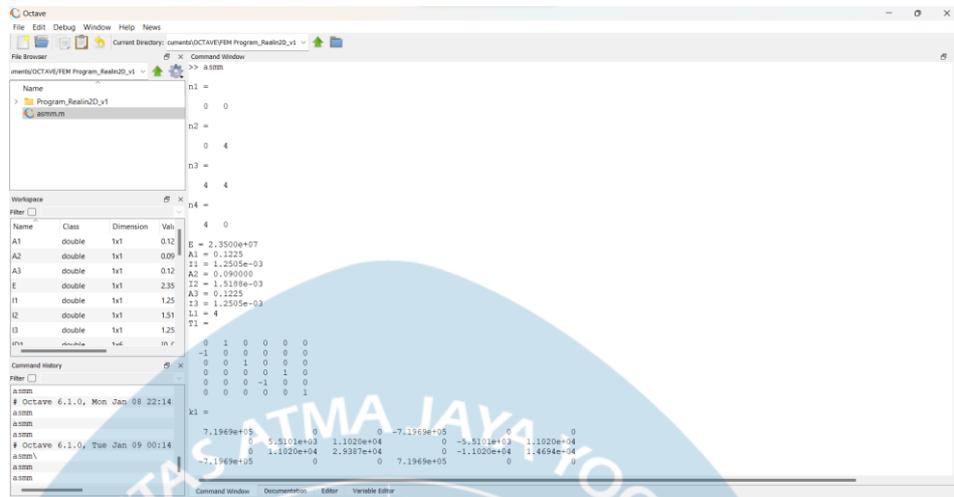
K=K+assf(K3,ID3,dof) %---matriks kekakuan struktur

Proses pendefinisian dalam Aplikasi Octave GUI menggunakan program Realind2D. Penulisan definisi pada aplikasi Octave dapat dilihat pada Gambar 2. 9.

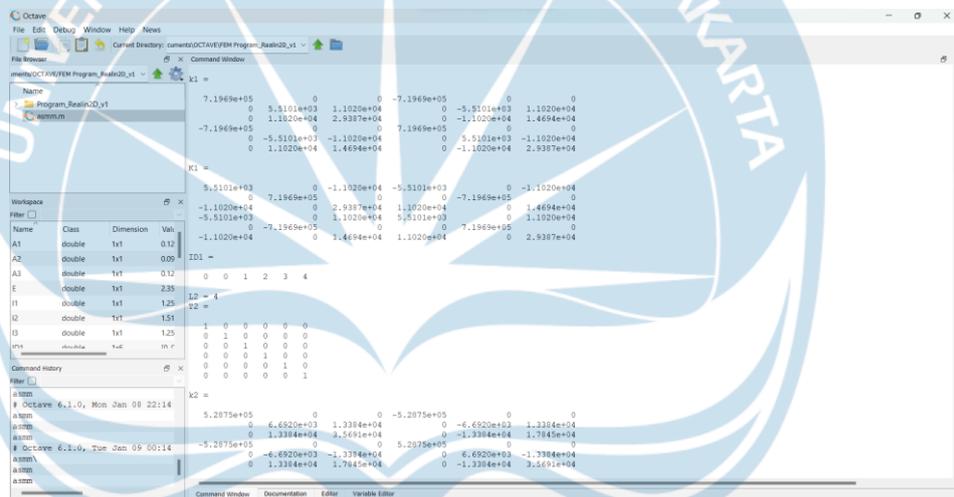


Gambar 2. 8. Pendefinisian Matriks Kekakuan Struktur

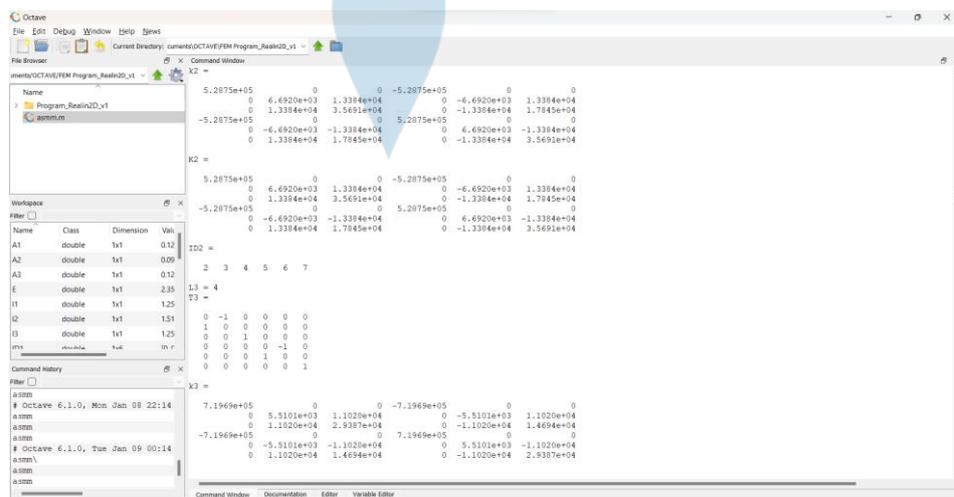
Setelah melakukan pendefinisian program, *running Editor* dan lihat hasilnya pada *sheet Command Window*. Hasil running dapat dilihat pada Gambar 2.9.



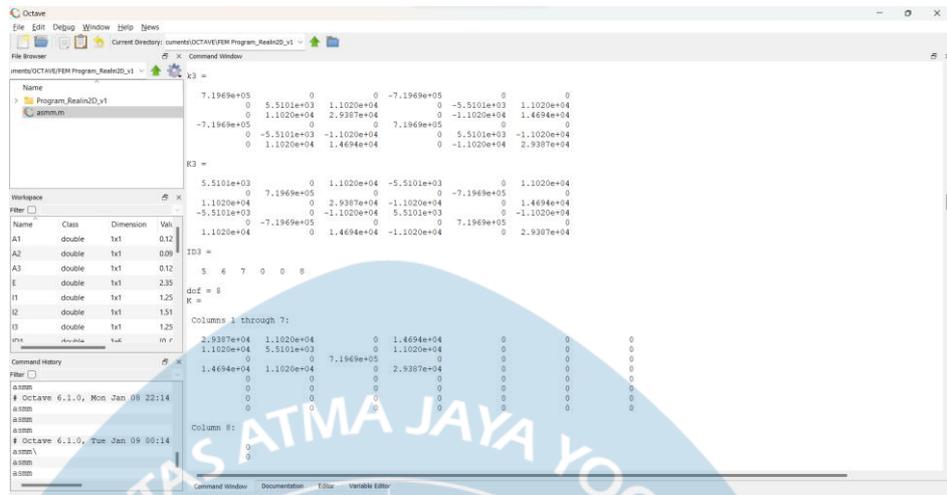
Gambar 2. 9. Hasil Running Program Octave-1



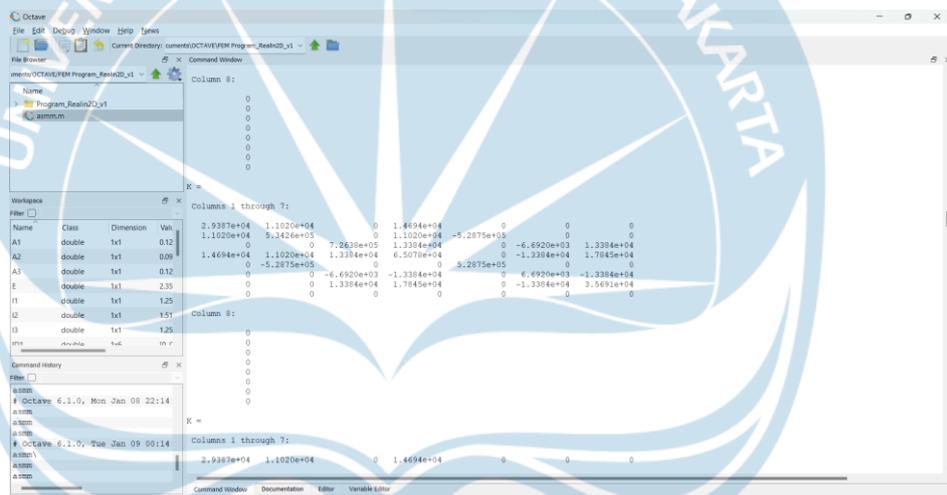
Gambar 2. 10. Hasil Running Program Octave-2



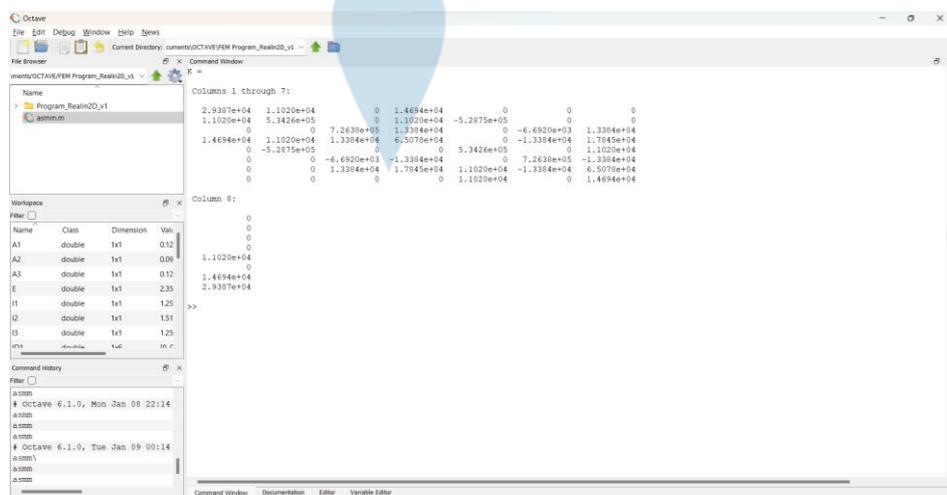
Gambar 2. 11. Hasil Running Program Octave-3



Gambar 2. 12. Hasil Running Program Octave-4



Gambar 2. 13. Hasil Running Program Octave-5



Gambar 2. 14. Hasil Running Program Octave-6

Sehingga berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi Octave, di dapat matriks kekakuan struktur portal bidang adalah:

[K] =

2.9387e+04	1.1020e+04	0	1.4694e+04	0	0	0	0	0
1.1020e+04	5.3426e+05	0	1.1020e+04	-5.2875e+05	0	0	0	0
0	0	7.2638e+05	1.3384e+04	0	-6.6920e+03	1.3384e+04	0	0
1.4694e+04	1.1020e+04	1.3384e+04	6.5078e+04	0	-1.3384e+04	1.7845e+04	0	0
0	-5.2875e+05	0	0	5.3426e+05	0	1.1020e+04	1.1020e+04	0
0	0	-6.6920e+03	-1.3384e+04	0	7.2638e+05	-1.3384e+04	0	0
0	0	1.3384e+04	1.7845e+04	1.1020e+04	-1.3384e+04	6.5078e+04	1.4694e+04	0
0	0	0	0	1.1020e+04	0	1.4694e+04	2.9387e+04	0

2.7.4. Struktur Jembatan

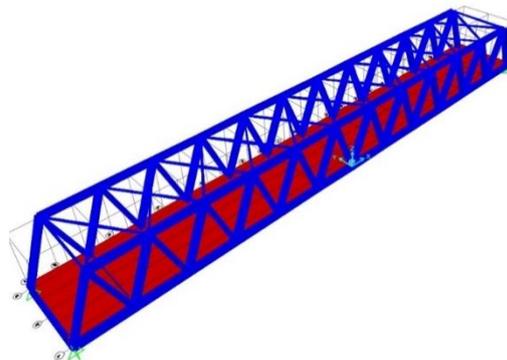
Jembatan Bulo Bulundu dibangun pada tahun 2018 dengan nilai kontrak sebesar Rp 7.400.000.000,00. Jembatan ini dibangun dengan tujuan untuk memperlancar sarana transportasi sejumlah desa di Kecamatan Suwawa. Wilayah ini dialiri oleh anak aliran sungai Bone. Jembatan rangka baja ini memiliki bentang 60 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.x

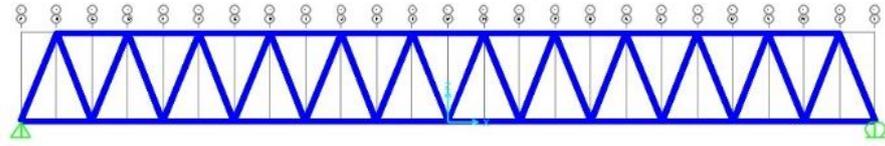
Tabel 2. 7. Resume Profil dan material

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

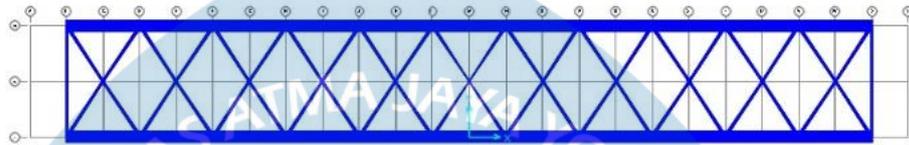
Hasil pemodelan menggunakan SAP2000 tercantum pada Gambar 2.x sampai 2.x



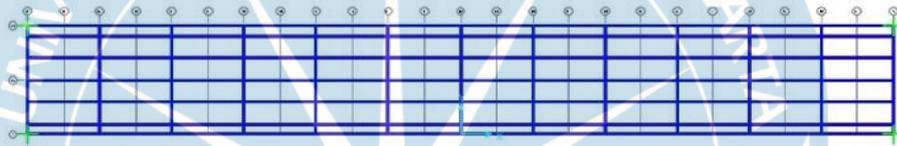
Gambar 2. 15. 3D Model Jembatan Bulu Bulundu



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.x 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,

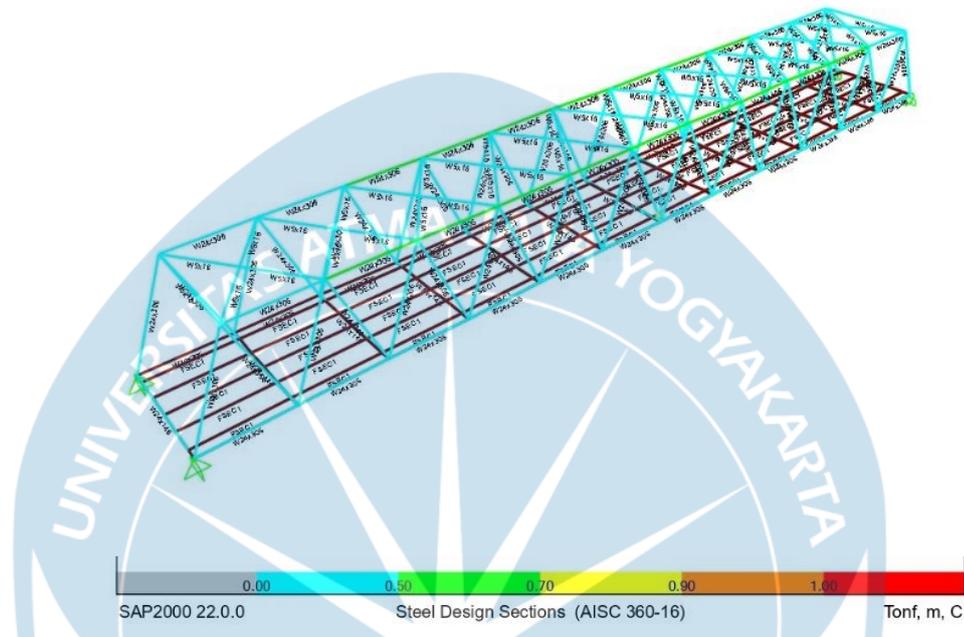
$$p = 49 \times 1,40 = 68,6 \text{ kN/m}$$

Tabel 2. 8. 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 & <i>section</i> pada model	1,1
	2. BERAT MATI TAMBAHAN (MA)	ASPAL 1 LAPIS + 1x OVERLAY (50mm x2) BJ = 2,2 ton/m ³	0,05 x 2 x 2,2 = 0,22ton/m ²	1,4
		TROTOAR BETON, tebal = 0,3m BJ = 2,2 ton/m ³	0.3 x 1 x 5 x 2,2 = 3,30 ton/titik buhul	1,4
		RAILING , PIPA 2 baris, dia. 3"	0,00847x2x40 = 0,68 ton/10 = 0.068 = 0,1 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 x (1 + FBD) = 50 X (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 ton/m ² atau B.Titik = 0,5 x1 x5 = 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 Bulu Bulundu rangka baja 60 meter ditunjukkan pada gambar 2.X



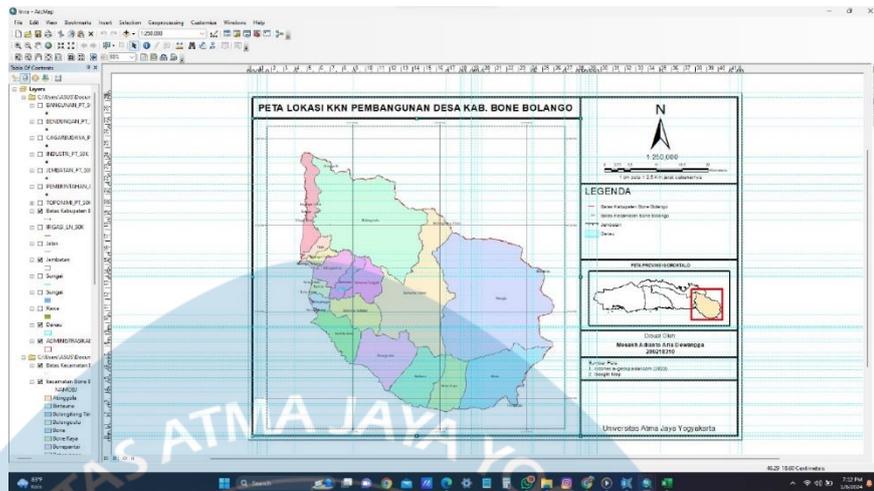
Gambar 2. 19. Hasil Analisis Dan Desain Pembebanan Jembatan

2.7.5. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan system informasi berbasis komputer yang dapat digunakan untuk menganalisa dan menampilkan data bereferensi geografis. Dalam pelaksanaan KKN Desa Pembangunan penerapan system informasi geografis diimplementasikan dalam pembuatan peta persebaran lokasi program kerja KKN. Pembuatan peta persebaran lokasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS. ArcGIS merupakan salah satu perangkat lunak system informasi geografis yang dibuat oleh *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*.

Adapun langkah – langkah pembuatan Peta Persebaran lokasi program kerja KKN Pembangunan Desa adalah sebagai berikut:

5. Download peta administrasi BPS Kabupaten Bone Bolango.
6. Export file peta administrasi ke dalam aplikasi ArcGIS



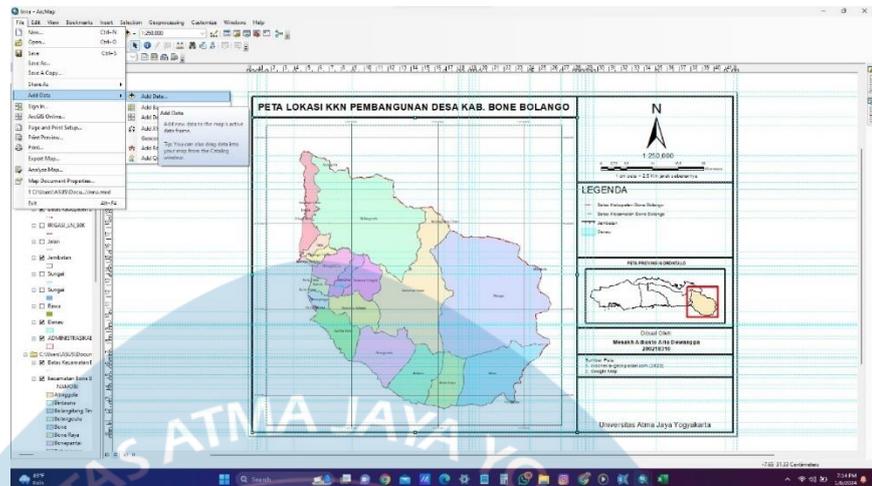
Gambar 2. 20. Peta Administrasi BPS Kabupaten Bone Bolango

7. Tentukan titik koordinat longitude dan latitude titik lokasi setiap program kerja dalam bentuk file excel.

Tabel 2. 9. Titik Koordinat Lokasi Program Kerja KKN Pembangunan Desa

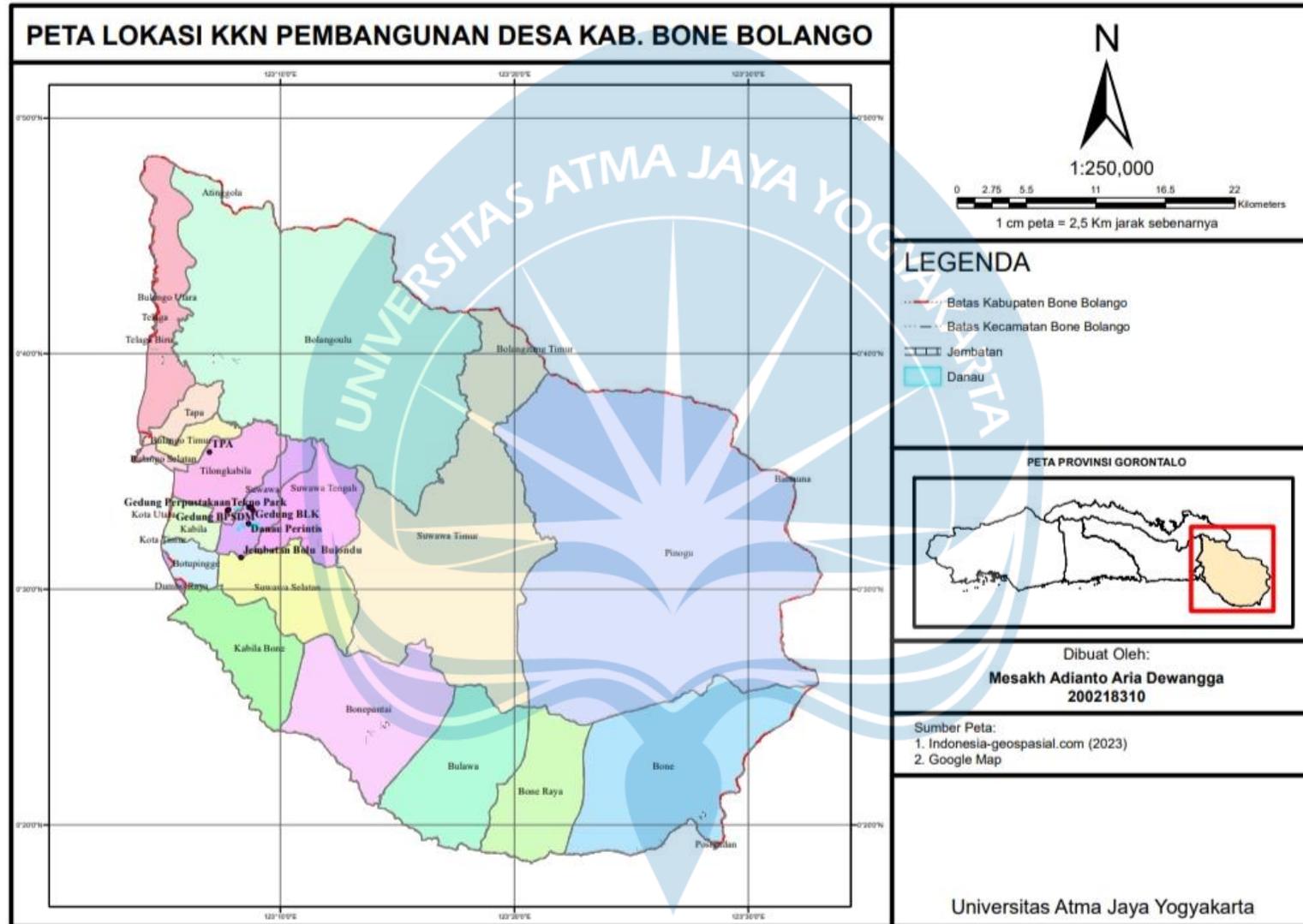
id	X (Longitude)	Y (Latitude)	Lokasi
0	123,1163643	0,5969648	TPA
0	123,1441772	0,5462303	Danau Perintis
0	123,1445433	0,5576097	Gedung BPSDM
0	123,1474025	0,5554899	Gedung BLK
0	123,1388852	0,5222068	Jembatan Bolu Bulondu
0	123,1461707	0,5575966	Kantor Bupati
0	123,1291031	0,5554825	Gedung Perpustakaan
0	123,1301029	0,5562147	Tekno Park

8. *Input* data titik koordinat pada peta administrasi yang sudah di *input* pada aplikasi ArcGIS.



Gambar 2. 21. Cara *Input* Data pada Aplikasi ArcGIS

6. Hasil peta persebaran lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 22. Peta Lokasi KKN Pembangunan Desa Kabupaten Bone Bolango

2.7.6. Metode Konstruksi dan Alat Berat

Metode konstruksi *bottom-up* lazim digunakan di Indonesia terutama gedung yang tidak memiliki *basement*. Maka dari itu, konstruksi pembangunan gedung BKPSDM menggunakan metode pendekatan *bottom-up*. Penjelasan mengenai metode konstruksi dengan pendekatan *bottom-up* pada gedung BKPSDM menggunakan referensi dari studi literatur terkait. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan pelaksanaan konstruksi dengan metode pendekatan *bottom-up* pada gedung BKPSDM adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan galian

Pekerjaan pertama yang dilakukan untuk metode konstruksi *bottom-up* adalah galian tanah. Penggalian tanah harus menyesuaikan dengan kedalaman pondasi yang telah dirancang dan *overlap* untuk pemasangan bekisting cor pondasi.

2. Pekerjaan urugan pasir

Setelah pekerjaan galian selesai, pekerjaan galian yang telah dilakukan perlu diberi urugan pasir setebal 10 cm. Pekerjaan urugan pasir ini perlu dilakukan agar permukaan tanah asli menjadi lebih stabil dan beban yang berasal dari permukaan tanah dapat tersebar secara merata.

3. Pekerjaan lantai kerja

Lantai kerja dalam struktur bawah berfungsi untuk mempermudah pekerjaan pondasi. Tebal cor lantai kerja dalam pekerjaan pondasi biasanya setebal 5 cm dan dalam pembuatannya diberi lapisan 36engkan cor agar beton tidak tercampur dengan tanah.

4. Pekerjaan *aanstamping* (pasangan batu kosong)

Kemudian untuk memperkuat struktur pondasi, biasanya dipasang *aanstamping* atau pasangan batu kosong yang panjangnya mengikuti 36engkan pondasi.

5. Pekerjaan pondasi batu kali

Pondasi batu kali merupakan jenis pondasi dangkal yang tersusun dari sekumpulan batu alam yang memiliki variasi bentuk, lalu dicampur dengan bahan pengikat seperti semen atau beton agar strukturnya lebih solid dan kuat.

6. Pekerjaan *sloof*

Sloof berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur atas ke pondasi. Dengan adanya *sloof* beban bangunan akan terdistribusi ke setiap titik pondasi, sehingga beban tidak bertumpu pada satu titik pondasi. Selain itu, *sloof* juga berfungsi sebagai pemikul dinding bangunan.

7. Pekerjaan struktur atas

Setelah pekerjaan struktur atas telah selesai, proses konstruksi dilanjutkan dengan pekerjaan struktur atas yang meliputi pelat lantai, balok, kolom, hingga struktur atap bangunan.

Penggunaan Alat Berat pada Pembangunan Gedung BKPSDM

Menurut Peraturan Pemerintah No. 48 Tahun 2014 alat berat adalah alat yang digunakan pada pekerjaan konstruksi yang di rancang dan dibuat untuk menghasilkan daya kerja atau gerakan, memiliki berat operasi lebih dari 5 ton, dan di rancang dan di buat khusus untuk keperluan tersebut. Dengan demikian alat berat mencakup berbagai mesin yang digunakan dalam berbagai tahapan konstruksi seperti penggalian, pengangkutan material, pengecoran, pemadatan tanah, dan tahapan lainnya.

Dalam proses pembangunan, gedung BKPSDM tentu menggunakan bantuan alat berat. Penggunaan alat berat sangat berperan dalam percepatan proses konstruksi dan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Beberapa jenis alat berat yang digunakan pada pembangunan gedung BKPSDM dapat dijelaskan melalui uraian berikut:

1. Alat berat pada pekerjaan tanah

Dalam pekerjaan tanah gedung BKPSDM digunakan *excavator* untuk pekerjaan galian, *bulldozer* untuk pekerjaan hamparan tanah,

motor grader untuk pekerjaan perataan tanah, dan *vibro roller* untuk pekerjaan pemadatan tanah.

2. Alat berat pada pekerjaan 38engkang38l

Dalam pekerjaan structural gedung BKPSDM digunakan *concrete mixer truck* untuk mencampur dan mengangkut beton *ready mix*, *concrete pump* untuk memompa beton dari tempat pencampuran ke lokasi pengecoran, *tower crane* untuk mengangkut material berat ke tingkat yang lebih tinggi. Selain itu, *rebar bender and cutter* untuk fabrikasi tulangan dan *concrete vibrator* untuk pekerjaan pemadatan beton segar juga dapat dikategorikan dalam alat berat pada pekerjaan 38engkang38l.

Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Gedung BKPSDM

Produktivitas alat berat merupakan kemampuan alat berat dalam melakukan pekerjaan atau tugas dengan efisien dan efektif dalam satu periode waktu tertentu. Produktivitas dapat diukur dengan berbagai metode seperti hasil dalam per jam, jumlah pekerjaan selesai, atau efisiensi penggunaan bahan bakar.

Selanjutnya, pada uraian berikut akan dijelaskan perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah gedung BKPSDM. Pada perhitungan berikut digunakan asumsi bahwa pada pekerjaan tanah digunakan spesifikasi alat berat yang paling ekonomis. Hasil dari perhitungan berikut adalah *output* alat kerja dalam per jam.

1. *Excavator*

Alat ini berfungsi sebagai alat gali serbaguna yang berjalan menggunakan roda putaran rantai. Perhitungan produktivitas *excavator* dalam pekerjaan tanah mengikuti persamaan berikut:

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana:

$$Q = \text{Produksi per siklus (m}^3\text{)}$$

q	= KB x BF
KB	= Kapasitas Bucket
BF	=Bucket Faktor
E	= Faktor efisiensi kerja
Cm	= Waktu siklus (menit)
	= waktu gali + (waktu putar x2) + waktu buang

Kemudian dalam perhitungan produktivitas perlu memperhatikan pemilihan nilai *Bucket Factor* (BF), faktor waktu gali, faktor waktu putar seperti yang dapat dijelaskan melalui tabel berikut.

Tabel 2. 10. *Bucket Factor* (BF) Excavator

Ringan	Menggali dan memuat atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam bucket.	1,00-0,00
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.	0,80-0,60
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0,60-0,50

Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan bucket	0,50-0,40
-------	--	-----------

Sumber: Rochmandi,1985

Tabel 2. 11. Faktor Waktu Gali Excavator

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian			
	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
	(detik)	(detik)	(detik)	(detik)
0m-2m	7	9	15	26
2m-4m	8	11	17	28
≥4m	9	13	19	30

Sumber: Rochmandi,1985

Tabel 2. 12. Faktor Waktu Putar Excavator

Sudut Putar	Waktu Putar (detik)
45-90	4-7
90-180	5-8

Sumber: Rochmandi,1985

Tabel 2. 13. Faktor Efisiensi Kerja I

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,50
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45

Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32
-----------------	------	------	------	------	------

Sumber: Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat (*Komatsu Specifications And Application Handbook Edition – 7 table 1 – job 41* engkang41l : 5-6)

Pada perhitungan ini, data spesifikasi *excavator* yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Tipe : PC 200-8
- b. Horse power : 138
- c. Kapasitas *Bucket* : 0,93 m³
- d. Panjang alat : 9,425 m
- e. Lebar alat : 3 m
- f. Tinggi alat : 3,04 m
- g. Kondisi alat : Baik
- h. Pemeliharaan alat : Baik
- i. Kedalaman galian : 0 m-2 m
- j. Kondisi penggalian : Sedang
- k. Sudut putar : 45°
- l. Waktu buang : 4 detik (asumsi)

Berdasarkan data spesifikasi *excavator* di atas nilai produktivitas *excavator* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 q &= KB \times BF \\
 &= 0,93 \times 0,8 \\
 &= 0,744 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$E = 0,75$$

$$\begin{aligned}
 C_m &= \text{waktu gali} + (\text{waktu putar } 2x) + \text{waktu buang} \\
 &= 9 + (4 \times 2) + 4 \\
 &= 21 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \\
 &= \frac{0,744 \times 3600 \times 0,75}{21}
 \end{aligned}$$

$$= 95,66 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan hasil hitungan didapatkan nilai produktivitas *excavator* untuk pekerjaan penggalian tanah adalah 95,66 m³/jam

2. *Bulldozer*

Alat ini berfungsi sebagai pengolahan lahan yaitu untuk meratakan hamparan tanah. Cara kerja dari alat ini adalah mendorong material tanah dengan menggunakan pisau (*blade*) pada bagian depannya. Perhitungan produktivitas *bulldozer* mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F}\right) + \left(\frac{J}{R}\right) + Z}$$

Dimana:

Q = Produktivitas alat berat

KB = Kapasitas *blade*

FK = Faktor koreksi

= F.efisiensi waktu x F. efisiensi kerja x F. *blade*

J = Jarak dorong

F = Kecepatan maju

R = Kecepatan mundur

Z = Waktu tetap pindah perseneling

Kemudian dalam perhitungan produktivitas *bulldozer* perlu memperhatikan hal-hal yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2. 14. *Factor Blade Bulldozer*

NO	JENIS PEKERJAAN SITUASI	KONDISI MATERIAL DI LOKASI	BLADE FACTOR
1.	Mudah	Lunak, <i>stock pile</i> , berpasir	1.1-0.9

2.	Sedang	Tanah kerikil, pasir, batu pecah	0.9-0.7
3.	Agak Sulit	Sirtu, tanah cadas	0.7-0.6
4.	Sulit	Batukali, hasil ledakan	0.6-0.4

Sumber: Rochmandi, 1985

Tabel 2. 15. Efisiensi Waktu (Ft)

Efisiensi Waktu	Faktor
Ideal	1,00
Baik	0,85
Sedang	0,75
Kurang	0,60

Sumber: Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat (*Komatsu Specifications And Application Handbook Edition – 7 table 1 – job 43engkang43l : 5-6*)

Tabel 2. 16. Faktor Efisiensi Kerja I

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,50
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat (*Komatsu Specifications And Application Handbook Edition – 7 table 1 – job 43engkang43l : 5-6*)

Tabel 2. 17. Faktor Efisiensi Kerja I

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,50
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat (*Komatsu Specifications And Application Handbook Edition – 7 table 1 – job 44engkang44l : 5-6*)

Pada perhitungan ini, data spesifikasi *excavator* yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Tipe = D65-PX
- b. Horse power = 205
- c. Kapasitas blade = 3,69 m³
- d. Kecepatan maju = 2,5 km/jam = 41,67 m/menit
- e. Kecepatan mundur = 3,7 km/jam = 61,67 m/menit
- f. Panjang alat = 5,79 m
- g. Lebar alat = 2,32 m
- h. Tinggi alat = 3,37 m
- i. Kondisi alat = Baik
- j. Pemeliharaan alat = Baik
- k. Kondisi kerja = Baik
- l. Keterampilan operator = Normal
- m. Waktu pindah perseneling = 0,05 menit
- n. Jarak dorong = 40 meter

Berdasarkan data spesifikasi *bulldozer* di atas didapatkan perhitungan produktivitas *bulldozer* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FK &= F. \text{efisiensi waktu} \times F. \text{efisiensi kerja} \times F. \text{blade} \\
 &= 0,85 \times 0,75 \times 0,8 \\
 &= 0,51
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{L}{F}\right) + \left(\frac{L}{R}\right) + Z} \\
 &= \frac{3,69 \times 60 \times 0,51}{\left(\frac{40}{41,67}\right) + \left(\frac{40}{61,67}\right) + 0,05} \\
 &= 68,08 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai produktivitas *bulldozer* untuk pekerjaan hamparan tanah adalah 68,08 m³/jam.

3. *Vibration Roller*

Vibration Roller merupakan salah satu contoh alat berat yang di gunakan untuk pekerjaan pemadatan tanah. Alat ini memiliki efisiensi pemadatan tanah yang sangat baik. Hal ini dikarenakan efek yang diakibatkan *vibration roller* menyebabkan butiran tanah cenderung mengisi void atau rongga yang ada pada tanah. Perhitungan produktivitas alat *vibration roller* mengikuti persamaan berikut:

$$\text{Produktivitas (Q)} = \frac{(V \times ((Le - Lo) + Lo) \times H \times E)}{n}$$

Dimana:

V	= Kecepatan kerja (m/jam)
Le	= Lebar <i>blade</i> efektif (m)
Lo	= Lebar <i>overlap</i> (m)
E	= Efisiensi kerja
W	= Lebar pemadatan (m)
H	= Tebal lapisan (m)
n	= Jumlah lintasan (W/(Le-Lo))
Q	= Produktivitas (m ³ /jam)

Kemudian dalam perhitungan produktivitas *vibration roller* perlu memperhatikan tabel berikut:

Tabel 2. 18. Faktor Efisiensi Kerja I

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,50
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat (*Komatsu Specifications And Application Handbook Edition – 7 table 1 – job 46engkang46l : 5-6*)

Pada perhitungan ini digunakan data spesifikasi *vibration roller* dan data lapangan adalah sebagai berikut:

- a. Tipe = SV 525-D
- b. Horse power = 112
- c. Berat alat = 10,1 ton
- d. Lebar pemadatan = 2,13 m
- e. Kecepatan = 3,0 km/jam = 3000 m/jam
- f. Panjang alat = 5,84 m
- g. Lebar alat = 2,295 m
- h. Tinggi alat = 2,91 m
- i. Lebar *overlap* = 0,3 m
- j. Lebar pemadatan = 32,30 m
- k. Tebal lapisan = 0,3 m

Berdasarkan data di atas didapatkan perhitungan produktivitas *vibration roller* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n &= W/(Le-Lo) \\
 &= 32,30/(2,13-0,3) \\
 &= 17,65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{(V \times ((Le - Lo) + Lo) \times H \times E}{n} \\
 &= \frac{(3000 \times ((2,13 - 0,30) + 0,30) \times 0,3 \times 0,75}{17,65} \\
 &= 81,46 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai produktivitas *vibration roller* adalah 81,46 m³/jam.

2.7.7. Perancangan Perkerasan Jalan

Pada konversi mata kuliah perancangan perkerasan jalan digunakan topik rencana perkerasan jalan di Danau Perintis, Huluduotamo, Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone Bolango. Dalam perancangan perkerasan jalan digunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017 sebagai acuan dan data BPS Kabupaten Bone Bolango sebagai sumber data. Perhitungan perancangan perkerasan jalan di Danau Perintis adalah sebagai berikut.

1. Diketahui data-data sebagai berikut:

a. Perencanaan:

Tebal perkerasan untuk jalan dua lajur dengan data lalu lintas tahun 2022 dan umur rencana 10 tahun. Jalan dikategorikan sebagai jalan kolektor dan dibuka pada tahun 2026 (selama pelaksanaan $i=5\%$ per tahun)

b. Data teknis:

FR = 1,5

CBR = 3,4%

Kendaraan ringan 2 ton = 1516 kendaraan

Bus 8 ton = 2610 kendaraan

Truck 2 as 13 ton = 224 kendaraan

2. Perhitungan LHR tahun 2022

Kendaraan ringan 2 ton = 1516 kendaraan

Bus 8 ton = 2610 kendaraan

Truck 2 as 13 ton = 224 kendaraan

LHR 2022 = 4350 kendaraan/hari/1 jurusan

Perkembangan lalu lintas 10 tahun (i) diasumsikan sebesar 8%

3. Bahan-bahan perkerasan

Laston (MS 744) $a_1 = 0,40$

Batu pecah (CBR 80) $a_2 = 0,13$

Sirtu (CBR 70) $a_3 = 0,13$

4. LHR awal umur rencana tahun 2026, dengan rumus: $(1+i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton = $(1+0,05)^4 \times 1516 = 1842,71$ kendaraan

Bus 8 ton = $(1+0,05)^4 \times 2610 = 3172,47$ kendaraan

Truck 2 as 13 ton = $(1+0,05)^4 \times 224 = 272,27$ kendaraan

5. LHR pada akhir umur rencana (10 tahun)

Kendaraan ringan 2 ton = $(1+0,08)^{10} \times 1516 = 3978,27$ kendaraan

Bus 8 ton = $(1+0,08)^{10} \times 2610 = 6849,13$ kendaraan

Truck 2 as 13 ton = $(1+0,08)^{10} \times 224 = 587,82$ kendaraan

6. Perhitungan Angka Ekuivalen I

Kendaraan ringan 2 ton = $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$

Bus 8 ton = $0,0183 + 0,1410 = 0,1593$

Truck 2 as 13 ton = $0,1410 + 0,9238 = 1,0648$

7. LEP (Lintas Ekuivalen Permukaan)

Kendaraan ringan 2 ton = $0,5 \times 1842,71 \times 0,0004 = 0,37$

Bus 8 ton = $0,5 \times 3172,47 \times 0,1593 = 252,69$

Truck 2 as 13 ton = $0,5 \times 272,27 \times 1,0648 = 144,96$

Total LEP = 398,01

8. LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)

Kendaraan ringan 2 ton = $0,5 \times 3978,27 \times 0,0004 = 0,8$

Bus 8 ton = $0,5 \times 6849,13 \times 0,1593 = 545,53$

Truck 2 as 13 ton = $0,5 \times 587,82 \times 1,0648 = 312,95$

$$\begin{aligned} \text{Total LEA} &= \\ 859,28 \end{aligned}$$

9. LET (Lintas Equivalen Tengah)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= 0,5 \times (\text{Total LEP} + \text{Total LEA}) \\ &= 0,5 \times (398,01 + 859,28) \\ &= 628,65 \end{aligned}$$

10. LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

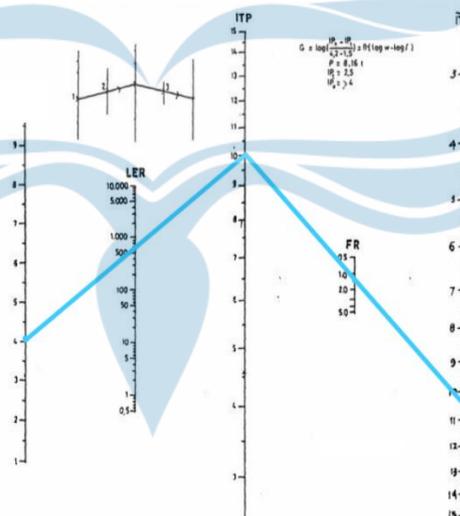
$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times (\text{UR}/10) \\ &= 628,65 \times 1 \\ &= 628,65 \end{aligned}$$

11. Mencari ITP

$$\text{CBR} = 3,4\%; \text{DDT} = 4; \text{IP} = 2; \text{FR} = 1,5$$

$$\text{LER} = 628,65$$

$$\text{ITP} = 10,5 \text{ (IP}_0 = 3,9 - 3,5) \text{ didapatkan dari nomogram di bawah ini.}$$



12. Menentukan rencana tebal perkerasan

Laston (MS 744)	a1	= 0,40	D1	= ? cm
Batu pecah (CBR 80)	a2	= 0,13	D2	= 20 cm
Sirtu (CBR 70)	a3	= 0,13	D3	= 10 cm
ITP = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3				

$$10,5 = 0,40 \times D1 + 0,13 \times 20 + 0,13 \times 10$$

$$D1 = 17 \text{ cm}$$

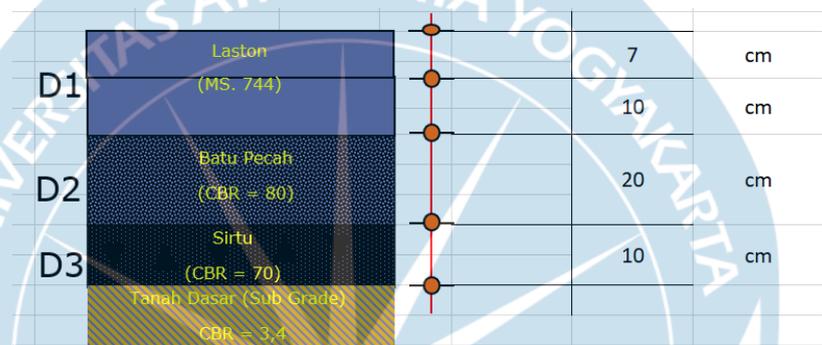
13. Susunan Struktur Perkerasan

Laston (MS 744) = 17 cm

Batu pecah (CBR 80) = 20 cm

Sirtu (CBR 70) = 10 cm

Dari hasil hitungan rencana struktur perkerasan, maka susunan struktur perkerasan dapat di gambarkan dengan sketsa berikut.



2.7.8. Perancangan Perkerasan Jalan

Pada konversi mata kuliah beton pracetak dan prategang digunakan topik analisis metode pelaksanaan beton pracetak dan beton konvensional. Dalam pelaksanaan analisis digunakan studi *literature review* dari beberapa jurnal. Hasil analisis yang dilakukan adalah mengetahui perbandingan dari beton pracetak dan beton konvensional, serta mengetahui metode pelaksanaan beton pracetak dan beton konvensional berdasarkan *literature review* yang telah dilakukan.

1. Pengertian Beton Pracetak dan Beton Konvensional

Beton pracetak adalah beton yang dicetak di pabrik yang kemudian dipasang pada strukturnya. Dalam proses produksinya, beton pracetak melalui produksi secara masal secara berulang dengan bentuk dan dimensi sesuai dengan pemesanan.

Beton konvensional adalah beton yang dicetak langsung di lokasi proyek (*cast in place*). Dalam proses produksinya, campuran

beton konvensional dibuat sesuai dengan elemen struktur dan spesifikasinya.

2. Metode Pelaksanaan Beton Pracetak dan Beton Konvensional

Pada pelaksanaan beton dengan 51engka pracetak melalui beberapa tahap yang meliputi:

- a. Tahap pengiriman
- b. Tahap penurunan dan penumpukan beton di lokasi proyek.
- c. Tahap penyusunan dan pemasangan beton pada struktur.
- d. Tahap penyambungan dengan pengecoran dan pengelasan.

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam tahap pengiriman beton pracetak ke lokasi proyek adalah sebagai berikut:

- a. Durasi yang dibutuhkan untuk pengiriman.
- b. Rencana jalur pengiriman alternatif jika ada hambatan pada jalur pengiriman rencana.
- c. Penyesuaian daya tampung lokasi proyek dengan volume beton pracetak.
- d. Menentukan kebutuhan alat berat sesuai dengan kebutuhan pengangkutan.

Selanjutnya, pada beton konvensional harus melalui tahapan-tahapan yang meliputi:

- a. Tahap pembersihan bekisting
- b. Tahap pembuatan bekisting
- c. Tahap pembesian
- d. Tahap pengecoran

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengecoran beton konvensional adalah sebagai berikut:

- a. Bekisting harus bersih dari debu dan kotoran.
- b. Bekisting harus diolesi menggunakan oli untuk memudahkan pelepasan.

- c. Pada pembuatan bekisting pada balok dan pelat harus dilakukan sebelum pembesian sedangkan untuk struktur kolom harus setelah tahap pembesian.
 - d. Pekerjaan pengecoran harus segera dikerjakan agar campuran beton tidak mengeras.
3. Perbandingan Kuantitatif Antara Beton Pracetak dan Beton Konvensional

Perbandingan kuantitatif antara beton pracetak dan beton konvensional adalah suatu metode perbandingan kinerja antara beton pracetak dan beton konvensional terhadap beberapa aspek. Dalam perbandingan ini dipilih beberapa aspek untuk menilai kinerja dari kedua jenis beton tersebut.

Aspek yang digunakan dalam perbandingan ini meliputi pengadaan, permintaan, pelaksanaan, pemeliharaan, kualitas, harga, tenaga kerja, lingkungan, standar. Harapannya dengan adanya perbandingan kuantitatif ini dapat memudahkan pihak proyek dalam menentukan penggunaan kedua jenis beton tersebut. Hasil perbandingan kuantitatif dapat di jelaskan melalui tabel berikut.

Tabel 2. 19. Hasil Perbandingan Kuantitatif

Aspek	Beton	
	Konvensional	Pracetak
Pengadaan	Mudah	Mudah
Permintaan	Paling banyak	Cukup
Pelaksanaan	Lama, kotor	Cepat, bersih
Pemeliharaan	Biaya sedang	Biaya sedang
Kualitas	Sedang-tinggi	Tinggi
Harga	Lebih murah	Lebih mahal
Tenaga Kerja	Banyak	Banyak
Lingkungan	Kurang ramah	Ramah
Standar	Ada	Ada

2.7.9. Analisis Struktur

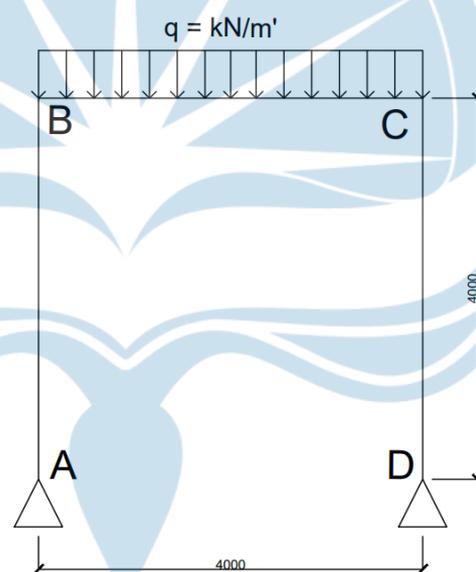
Pada konversi mata kuliah analisis struktur akan dibahas analisis portal statis tak tentu pada balok dan kolom gedung Dinas Perpustakaan dan Kearsipan (DPK). Analisis portal statis tak tentu adalah analisis struktur portal yang memiliki reaksi pada tumpuan lebih dari tiga. Beban portal yang digunakan untuk analisis struktur adalah beban hasil perhitungan sesuai dengan kondisi lapangan. Perhitungan struktur portal pada gedung DPK dapat dijelaskan melalui uraian berikut.

1. Data Pembebanan

$$\text{Total Dead Load (DL)} = 4,3408 \quad \text{kN/m}^2$$

$$\text{Total Life Load (LL)} = 1,92 \quad \text{kN/m}^2$$

2. Gambar Sketsa Portal



Gambar 2. 23. Sketsa Portal

3. Beban Ultimit Pada Sistem Portal

Perhitungan beban ultimit pada sistem portal menggunakan rumus $1,2 DL + 1,6 LL$. Hasil perhitungan beban ultimit adalah sebagai berikut.

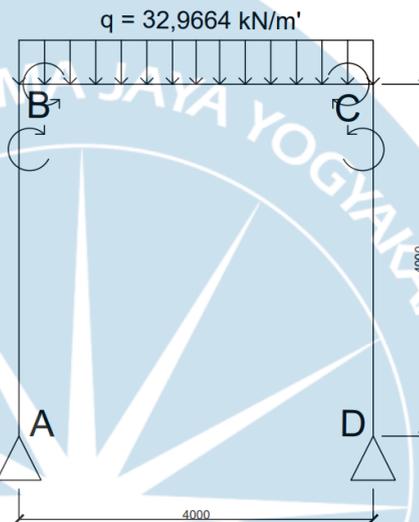
$$1,2 DL + 1,6 LL = 1,2 (4,3408) + 1,6 (1,92)$$

$$= 8,2416 \text{ kN/m}^2$$

$$= 32,9664 \text{ kN/m}'$$

4. Gambar Reaksi Momen

Momen pada joint B dan C terjadi akibat beban merata pada frame B – C yang mengarah ke bawah . Sketsa Reaksi momen pada join B dan C adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 24. Reaksi Momen

5. Tinjau Reaksi Momen Titik B (Frame B – C)

Reaksi momen titik B menggunakan persamaan θ beban B dan θ momen B yang artinya θ beban B adalah θ akibat beban merata pada frame B dan θ momen B adalah θ akibat momen pada frame B. Perhitungan reaksi momen titik B adalah sebagai berikut.

θ beban B = θ momen B

$$qL^3 / 24EI = \frac{MB \cdot L}{3EI} + \frac{MC \cdot L}{6EI} \quad (\text{pers. 1})$$

Dari persamaan satu disederhanakan menjadi persamaan 2 berikut.

$$qL^2 = 8MB + 4MC \quad (\text{pers. 2})$$

Dari persamaan 2 yang disubstitusi didapatkan hasil sebagai berikut.

$$MB = MC$$

Oleh karena $MB = MC$ maka:

$$qL^2 = 8MB + 4MC$$

$$32,9664 \cdot (4)^2 = 8MB + 4MC$$

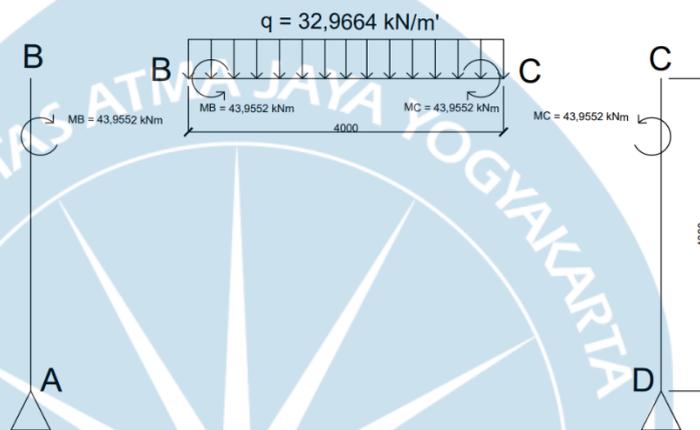
$$32,9664 \cdot (4)^2 = 8MB + 4MB$$

$$32,9664 \cdot (4)^2 = 12MB$$

$$MB = 43,9552 \text{ kNm}$$

$$MC = 43,9552 \text{ kNm}$$

6. Gambar Sketsa FBD (*Free Body Diagram*)



Gambar 2. 25. Sketsa FBD (*Free Body Diagram*)

7. Reaksi Tiap Frame

a) Frame A – B

Reaksi yang terjadi pada frame A – B adalah gaya horizontal yang terjadi pada ujung-ujung batang A – B dan momen yang terjadi pada join B.

$$\sum MA = 0$$

$$0 = MB - (HB \times H)$$

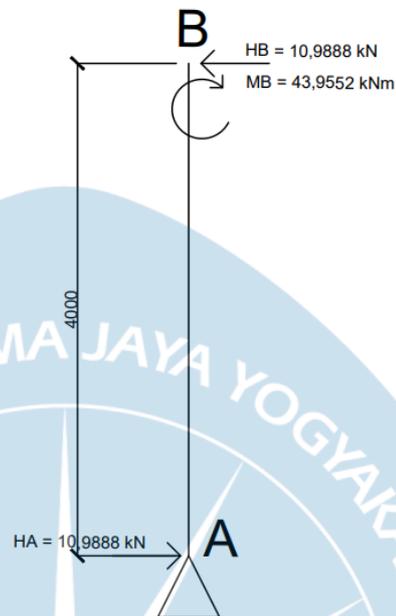
$$HB = MB/H$$

$$= 43,9552/4$$

$$= 10,9888 \text{ kN}$$

$$HB = HA$$

Gambar sketsa reaksi pada frame A – B adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 26. Sketsa Reaksi Frame A-B

b) Frame B – C

Frame B – C terdapat beban yang ditinjau yaitu M_B , M_C , dan beban merata q . Perhitungan reaksi pada frame B – C adalah sebagai berikut.

Akibat beban merata:

$$Q = qL/2 = 32,9664 \cdot (4)/2 = 164,832 \text{ kN}$$

Akibat momen di join B:

$$M_{B_B} = MB/L = 10,9888 \text{ kNm}$$

$$M_{B_C} = MB/L = 10,9888 \text{ kNm}$$

Akibat momen di join C:

$$M_{C_B} = MC/L = 10,9888 \text{ kNm}$$

$$M_{C_C} = MC/L = 10,9888 \text{ kNm}$$

Reaksi di titik B dan C:

$$R_B = qL/2 + M_{B_B} - M_{B_C}$$

$$= 164,832 + 10,9888 - 10,9888$$

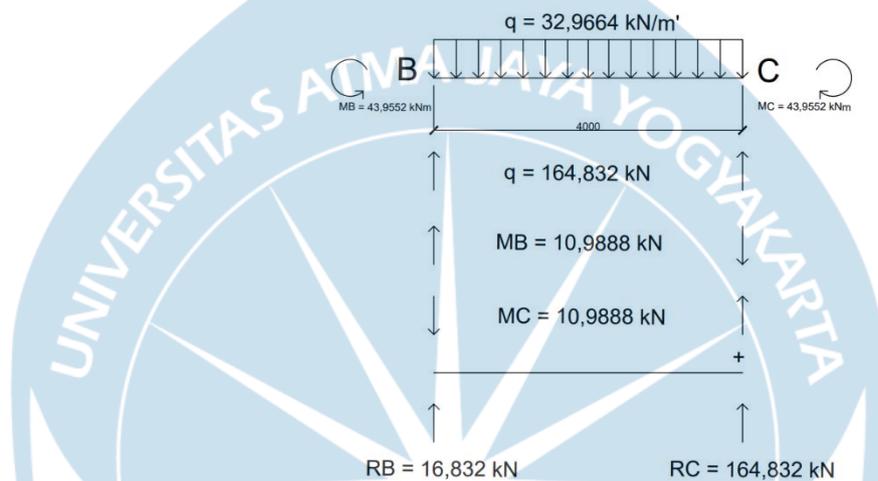
$$= 164,832 \text{ kN}$$

$$RC = \frac{qL}{2} - MC_B + MC_C$$

$$= 164,832 - 10,9888 + 10,9888$$

$$= 164,832 \text{ Kn}$$

Gambar sketsa reaksi pada frame B – C adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 27. Sketsa Reaksi Frame B – C

c) Frame C – D

Reaksi yang terjadi pada frame C – D adalah gaya horizontal yang terjadi pada ujung-ujung batang C – D dan momen yang terjadi pada join D.

$$\sum MD = 0$$

$$0 = -MC + (HB \times H)$$

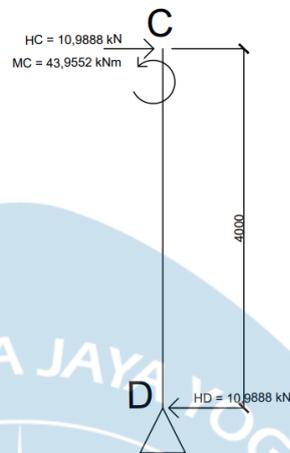
$$HC = \frac{MC}{H}$$

$$= \frac{43,9552}{4}$$

$$= 10,9888 \text{ kN}$$

$$HC = HD$$

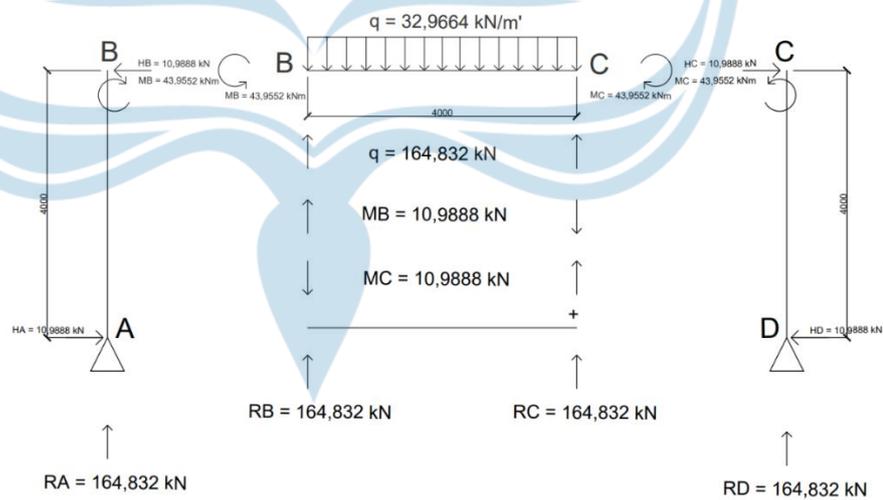
Gambar sketsa reaksi pada frame C – D adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 28. Sketsa Reaksi Frame C – D

8. Sketsa Reaksi Tumpuan

Dari hasil perhitungan struktur portal statis tak tentu pada gedung DPK didapatkan hasil reaksi tumpuan sendi pada portal tersebut adalah 164,832 kN. Sketsa dari reaksi tumpuan akibat beban yang terjadi adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 29. Sketsa Reaksi Tumpuan