

ANALISIS STRUKTUR BOX CULVERT SEBAGAI AKSES JALAN (UNDERPASS) PADA PROYEK PENGANTIAN JEMBATAN LAWE NATAM I KUTACANE KABUPATEN ACEH TENGGARA

Riyan Arya Pratama¹⁾, Darlina Tanjung²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

²⁾Staf Pengajar dan Pembimbing Program Sarjana Teknik Sipil

riyan27122000@gmail.com; darlinatanjung@yahoo.com

Abstrak

Analisis Struktur Box Culvert sebagai underpass untuk mengatasi konflik di proyek penggantian Jembatan Lawe Natam I. Underpass di batas Gayo Lues jl.Blangkejeren-Kutacane, kabupaten Aceh Tenggara, dimana jalan ini menjadi peran penting bagi pertumbuhan ekonomi antar daerah. Pembangunan Box Culvert ini menggunakan single Box Culvert dengan panjang 12m, lebar 3,50 m, dan tinggi 4 m. Struktur Box Culvert dipakai dengan tebal plat lantai atap 350 mm, tebal dinding 350 mm, dan tebal plat pondasi 700 mm. Bahan struktur yang digunakan adalah untuk plat lantai atap dan plat dinding menggunakan mutu beton $f_c' = 30$ MPa, dan mutu baja yang digunakan adalah $f_y = 420$ MPa. Dalam skripsi ini, untuk analisis struktur menggunakan software SAP 2000 agar mendapatkan hasil perhitungan momen ultimit untuk mendapatkan tulangan yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan analisis tegangan, defleksi, dan kestabilan struktur untuk memastikan bahwa Box Culvert mampu menahan beban yang diterima dengan aman. Jika diperlukan, perbaikan desain dan penguatan struktur akan dilakukan untuk memenuhi persyaratan kekuatan. Aspek keamanan juga menjadi perhatian utama dalam analisis ini. Pertimbangan terhadap faktor-faktor seperti gempa bumi, pergerakan tanah, dan beban dinamis akan dievaluasi untuk memastikan struktur Box Culvert tahan terhadap kemungkinan risiko yang ada. Sehingga Box Culvert yang direncanakan mampu menahan beban yang bekerja seperti beban Gempa Statik, beban akibat tekanan tanah dan beban kendaraan berupa Truk yang akan melewati Box Culvert.

Kata Kunci : Underpass, Box Culvert, Bahan Struktur

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan Lalu lintas yang penting merupakan sebuah bagian dari meningkatkan ekonomi suatu daerah. Dimana Pentingnya Fungsi Jalan atau penghubung jalan yaitu Jembatan Penghubung. Salah satu contohnya yang terjadi di Jembatan Lawe Natam I dibatas Gayo Lues jl.Blangkejeren-Kutacane, kabupaten Aceh Tenggara, dimana jalan ini menjadi peran penting bagi pertumbuhan ekonomi antar daerah. Tetapi terjadinya konflik terhadap pembangunan jembatan tersebut. Dimana dalam pembangunan jembatan tersebut akses warga yang berada di bawah dan sekitaran jembatan tertutup oleh pembangunan jembatan tersebut. Yang nantinya akan menutupi akses warga kejalan umum. Dalam perencanaan *underpass*, pemilihan struktur yang tepat dan analisis struktural yang komprehensif sangat penting. Salah satu jenis struktur yang sering digunakan sebagai *underpass* adalah Box Culvert.

Analisis struktur Box Culvert sebagai *underpass* melibatkan penelitian mendalam terhadap kekuatan, keamanan, dan stabilitas struktur tersebut. Pendekatan analisis yang tepat harus dilakukan untuk memastikan bahwa Box Culvert dapat menahan beban yang diterima dengan aman, termasuk beban lalu lintas, beban hidrostatik, dan faktor lingkungan seperti gempa bumi atau pergerakan tanah. Selain itu, aspek keamanan juga harus dipertimbangkan dengan cermat. *Underpass* harus dirancang sedemikian rupa

sehingga tahan terhadap beban dinamis seperti kendaraan yang melintas di atasnya.

Analisis struktur Box Culvert ini akan menggunakan Aplikasi SAP 2000 agar didapat hasil analisa struktur yang efektif dan untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur nantinya terhadap beban yang diterima. Untuk itu perlu pertimbangan dalam merencanakan bangunan yang sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) dan keandalan struktur yang memenuhi syarat agar efektif untuk digunakan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Box Culvert merupakan salah satu jenis struktur penyaluran air atau saluran drainase yang digunakan untuk mengalirkan aliran air di bawah jalan, rel, atau area lainnya. Box Culvert umumnya terbuat dari beton bertulang atau bahan lain yang kuat dan tahan terhadap tekanan air serta beban yang diberikan oleh lalu lintas di atasnya. Dalam konteks *underpass*, Box Culvert digunakan sebagai struktur Lalu Lintas di bawah jalan atau lintasan transportasi lainnya. Box Culvert dalam *underpass* harus mampu menahan beban struktural dari kendaraan yang melintas di atasnya. Beban yang harus dipertimbangkan meliputi berat kendaraan, distribusi beban, dan kecepatan lalu lintas. Beban-beban ini harus dihitung dan diperhitungkan dalam desain Box Culvert untuk memastikan kekuatan dan stabilitas struktur. Perhitungan kekuatan dan

stabilitas struktural harus mempertimbangkan faktor-faktor ini untuk memastikan keamanan *Box Culvert*.

2.1 Aspek Tanah

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada tiga kemungkinan yaitu tanah dalam keadaan diam, tanah dalam keadaan aktif dengan adanya tekanan tanah aktif dan tanah dalam keadaan pasif dengan tekanan tanah pasif. Pada perencanaan dinding penahan tanah dibutuhkan data-data tanah seperti sudut geser, kohesi dan berat jenis tanah. Data – data tersebut digunakan untuk menghitung tekanan tanah horisontal. Besar tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah dapat dihitung sebagai berikut :

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$P = K_a \cdot \gamma \cdot h \cdot 1/2 \cdot h$$

Dimana :

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

P = Tekanan tanah

Φ = Sudut geser tanah

h = Tinggi dinding penahan tanah

Tekanan didasar pada ujung kaki (toe) dinding tidak boleh lebih besar dari daya dukung yang diijinkan pada tanah.

Faktor keamanan terhadap gelinciran antara dasar dan lapisan tanah dibawahnya harus memadai, dikarenakan tanah mliki sudut gesek yang akan dapat mengakibatkan gesekan terhadap struktural.

Analisis dinding penahan tanah ini nantinya diperlukan dalam pendimensian dinding underpass. Dinding ini selain menahan beban tekanan tanah aktif juga sebagai struktur untuk menahan beban lalu lintas dan beban perkerasan di atas underpass.

2.2 Aspek Konstruksi

1. Beban Sendiri (MS)

Beban sendiri adalah berat bahan dan bagian dari *underpass* yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dipikulnya dan bersifat tetap. Berat sendiri *Box Culvert* dihitung dengan meninjau selebar 1 m. Beban sendiri meliputi:

- Beban sendiri plat lantai
- Beban sendiri plat dinding

2. Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan mungkin besarnya berubah selama umur *underpass*. *Underpass* dianalisis harus mampu memikul beban tambahan seperti :

- Penambahan lapisan aspal (overlay) di kemudian hari.
- Genangan air hujan jika sistem drainase tidak bekerja dengan baik.

3. Beban Tekanan Tanah (TA).

Pada bagian tanah dibelakang dinding penahan tanah yang dibebani lalu lintas, harus diperhitungkan adanya beban tambahan yang setara dengan tnh setebal 0,60 m yang berupa beban merata ekivalen beban kendaraan pada bagian tersebut. Tekanan tanah lateral dihitung berdasarkan berat tanah w_s , kohesi (c), dan sudut gesek dalam ϕ :

$$a. \quad w_s' = w_s$$

$$b. \quad \phi' = \text{sudut gesek}$$

$$c. \quad K_a = \text{Koefisien tekanan tanah aktif}$$

$$d. \quad K_p = \text{Koefisien tekanan tanah pasif}$$

4. Beban Hidup

Adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan – kendaraan bergerak atau lalu lintas dan lain – lain. Beban hidup yang ditinjau adalah :

a. Beban T (TT) Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk (beban T) yang besarnya, $T = 112,5 \text{ kN}$.

b. Beban D (TD) Beban kendaraan yang berupa beban lajur "D" terdiri dari beban terbagi rata (*Uniformly Distributed Load*), UDL dan beban garis (*Knife Edge Load*).

UDL mempunyai intensitas q (kPa) yang besarnya tergantung pada panjang total L yang dibebani lalu lintas yang dinyatakan dengan rumus berikut:

$$q = 9,0 \text{ kPa}, \text{ untuk } L \leq 30 \text{ m} \quad (2.8)$$

$$q = 9,0 \times (0,5 + 15 / L) \text{ kPa}, \text{ untuk } L > 30 \text{ m} \quad (2.9)$$

Dimana :

q = intensitas beban terbagi rata (UDL)

p = intensitas beban garis (KEL)

L = panjang total *underpass* yang dibebani (m)

$$1 \text{ kPa} = 0,001 \text{ Mpa} = 1 \text{ kN/m}^2$$

Faktor beban dinamis (*Dinamic Load Allowance*) untuk BGT diambil sebagai berikut :

$$a. \quad DLA = 0,4, \text{ untuk } L \leq 50 \text{ m}$$

$$b. \quad DLA = 0,3, \text{ untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

5. Gaya Rem

Pengaruh percepatan dan pengereman lalu lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang *underpass* dan dianggap bekerja pada permukaan lantai kendaraan. Besar gaya rem diperhitungkan sebesar 5 % dari beban "D" tanpa faktor beban dinamis. Atau 25% dari berat Gandar Truck Gaya rem per meter lebar (TTB)

$$TTB = 5\% \times ((q \times L) + p)$$

Dimana:

q = intensitas beban terbagi rata (UDL)

p = intensitas beban garis (KEL)

L = panjang total *underpass* yang dibebani (m)

6. Beban Angin (EW)

Gaya angin tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat beban angin yang meniup kendaraan diatas lantai jembatan dihitung dengan rumus:

$$TEW = 0,0012 \times CW \times (VW)^2$$

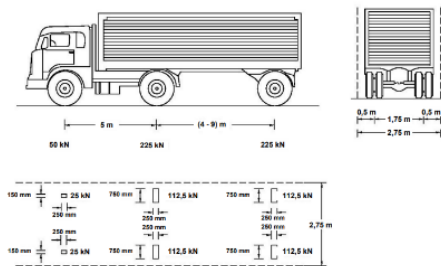
Dimana:

cw=Koefisienrencana

vw =Kecepatananginrencana

7. Beban Truck (TT)

Selain beban “D”, terdapat beban lalu lintas lainnya yaitu beban truk “T”. Beban truk “T” tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Adapun faktor beban untuk beban “T”..



Gambar 1. Beban truk

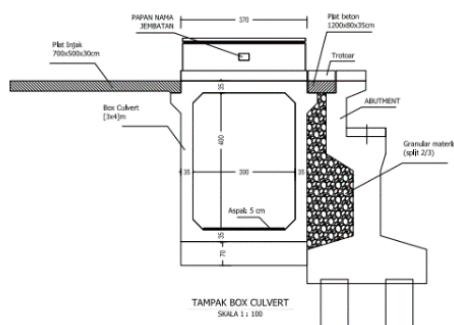
8. Beban Gempa

Beban Gempa ialah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya getaran gempa. Secara umum terdapat dua metode dalam menganalisis beban gempa yaitu analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik. Beban Gempa Statik Ekuivalen Untuk jembatan besar, rumit, dan penting diperlukan analisa dinamis. Pada analisis beban gempa ini menggunakan peraturan SNI 1726-2019 dengan menggunakan metode *Respon Spectrum*.

III. METODE PENELITIAN

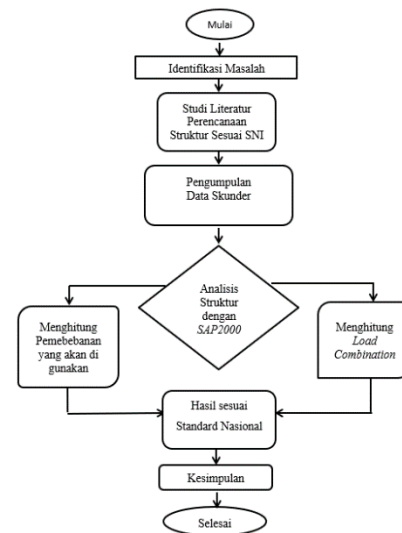
1. Data Teknis *Box Culvert* Data teknis mengenai proyek pembangunan Jembatan Sendang adalah sebagai berikut :

- Lebar Box : 3,70 m
- Tinggi Box : 4,70 m
- Tebal Top Slab Beton : 0,35 m
- Tebal Plat Dinding : 0,35 m
- Tebal Slab Beton : 0,35 m
- Mutu Beton : f_c 30 Mpa
- Mutu Baja : f_y 420A



Gambar 2. Data teknis

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram alir

3.2. Pengumpulan Data

1. Data Skunder

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Jenis tanah pada lokasi penelitian yang di dapat dari data SPT.
- Data LHR (Lalu Lintas Harian).
- Shop Drawing yang di berikan PUPR.
- Data pembebanan seperti beban mati, beban hidup diperoleh dari SNI 1727- 2016.
- Respon Spektrum diperoleh dari puskimdesain spectra Indonesia.

IV. ANALISIS DAN HASIL

DIMENSI BOX CULVERT			
1. Lebar Box	L	=	3,70 m
2. Tinggi Box	H	=	4,70 m
3. Tebal Top Slab beton	h1	=	0,35 m
4. Tebal Plat Dinding	h2	=	0,35 m
5. Tebal Slab beton	h3	=	0,35 m
DIMENSI LAIN - LAIN			
1. Tebal Plat Injak	ts	=	0,30 m
2. Tebal Lapisan Aspal	ta	=	0,05 m
3. Tinggi Genangan Air Hujan	th	=	0,05 m

1. Analisis Beban Sendiri

a. Berat sendiri plat lantai

$$(QMS) = h_1 \times w_c = 8,4 \text{ kN/m}$$

b. Berat sendiri plat dinding,

$$(PMS) = H \times h_2 \times w_c = 39,48 \text{ kN/m}$$

2. Beban Mati Tambahan

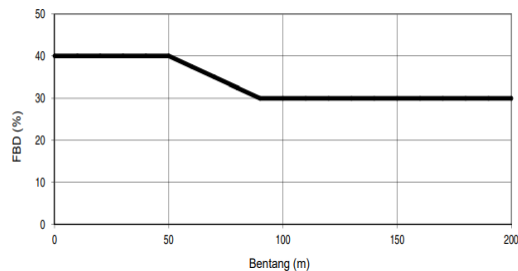
NO	JENIS	TEBAL (M)	BERAT (kN/M ³)	BEBAN (kN/m)
1	Lapisan Aspal	0.5	22.00	1.10
2	Air Hujan	0.5	9.80	0.49
3	Pelat injak	0,3	24,00	7,2
Total Beban Mati Tambahan (QMA)				8,79

3. Beban Lalu Lintas

a. Beban Lajur (D)

$q = 9.0 \text{ kPa}$ untuk $L \leq 30 \text{ m}$

$q = 9.0 * (0.5 + 15 / L) \text{ kPa}$ untuk $L > 30 \text{ m}$



Untuk harga, $L = 3,7 \text{ m}$ maka didapatkan $FBD = 0.4$

Beban hidup pada lantai,

QTD = 9,00 kN/m

PTD = $(1 + FBD) \times p = 68,60 \text{ kN}$

b. Beban Truck "T" (TT)

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk (beban T) yang sudah diatur oleh SNI Pembebanan Jembatan besarnya : 500 kN dibagi per roda menjadi 112,5 kN.

Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk dapat dilihat di (Gambar 4.5) diambil $(FBD) = 0,40$

Beban truck "T" (PTT) $(1 + FBD) \times T = 157 \text{ kN}$

c. Gaya Rem (TB)

Pengaruh percepatan dan pengereman lalu-lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang jembatan dan bekerja pada permukaan lantai kendaraan. Besar gaya rem diperhitungkan sebesar 25% dari berat gandar truk yaitu :

Gaya rem per meter lebar

$(TTB) 25\% \times 225 = 56,25 \text{ kN}$

4. Tekanan Tanah

TEBING KIRI				
1.	Berat Tanah yang dipadatkan	W_s	=	17,20 kN/m ³
2.	Sudut gesek dalam	ϕ	=	22°
3.	Tinggi Box Culvert	H	=	3,70 m
4.	Koefisien Tekanan Tanah Aktif	$K_a = \tan^2 45^\circ - \frac{\phi}{z}$	=	0,454
TEBING KANAN				
1.	Berat Tanah yang dipadatkan	W_s	=	18,8 kN/m ³
2.	Sudut gesek dalam	ϕ	=	26°
3.	Tinggi Box Culvert	H	=	4,70 m
4.	Koefisien Tekanan Tanah Pasif	$K_a = \tan^2 45^\circ + \frac{\phi}{z}$	=	2,56

Dari data di atas dapat dihitung hasil Beban tekanan pada plat dinding Box Culvert

yaitu :

Beban pada dinding kiri :

$$QTA1 = 0,70 \times H \times W_s \times K_a = 20,22 \text{ kN/m}$$

$$QTA2 = QTA1 + (H \times W_s \times K_a) = 49,11 \text{ kN/m}$$

Beban pada dinding kanan :

$$QTA3 = 0,70 \times H \times W_s \times K_a = 124,65 \text{ kN/m}$$

5. Beban Angin (EW)

$$TEW = 0,0024 \times C_w \times (V_w)^2 \rightarrow \{kN/m^2\},$$

dimana $C_w = 1,20$

Beban angin tambahan yang meniup

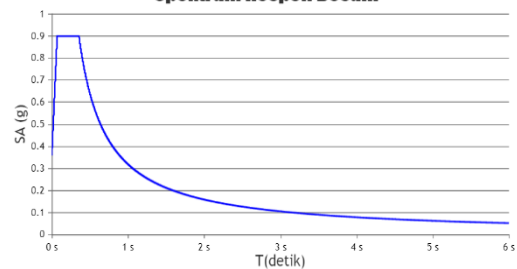
$$TEW = 0,0024 \times C_w \times (V_w)^2 = 3,528 \text{ kN}$$

6. Beban Gempa Respon Spectrum

Spektrum respons adalah kurva yang diplot antara respons maksimum sistem SDOF yang terkena gerakan tanah gempa tertentu dan periode waktunya (atau frekuensi). Berikut adalah grafik respon spectrum sesuai zona wilayah proyek :

7. Kombinasi Pembebanan

Spektrum Respon Desain

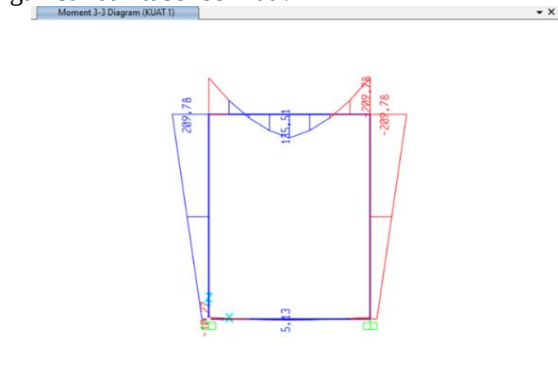


Kondisi Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW ₁	EW _L	BF	EU _h	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γ_p	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Kuat II	γ_p	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Kuat III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Kuat IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Ekstrem I	γ_p	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,0	-	-
Ekstrem II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,0	1,0	0
Daya Jarak I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Daya Jarak II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya Jarak III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{H1}	γ_{E1}	-	-	-
Daya Jarak IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Faktor (TD dan TRI)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel Kombinasi Pembebanan yang relevan untuk digunakan pada Box Culvert ialah Kombinasi KUAT 1, KUAT 3, KUAT 5, EKSTREM 1, dan LAYAN 1.

4.1 Analisis Mekanika Struktur

Analisis Mekanika Struktur dilakukan dengan komputer menggunakan program SAP2000 dengan pemodelan *Frame-2 D* untuk mendapatkan nilai momen maksimum, dan gaya geser maksimum. Hasil analisis struktur dengan SAP 2000 dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut :



Frame	Statio	OutputCa	CaseTyp	V2	M3	FrameEle
3	3,7	KUAT 1	Combination	311,546	-209,7754	3-1
3	3,2375	KUAT 1	Combination	249,094	-80,1275	3-1
3	2,775	KUAT 1	Combination	186,643	20,6367	3-1

4.2 Hasil Penulangan

A. DATA STRUKTUR

BAHAN STRUKTUR

Kuat tekan beton,	$f_c' =$	29	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	420	MPa

DIMENSI PELAT

Lebar Pelat	$b =$	3700	mm
Tebal Plat	$h =$	350	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	16	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	30	mm

MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA

Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u =$	209,775	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	311,540	kN

Common Beam BMD

B. PERHITUNGAN TULANGAN POKOK

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa, $b_1 = 0,85$

Untuk : $f_c' > 30$ MPa, $b_1 = 0,85 - 0,05 * (f_c' - 30) / 7 = -$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta = 0,85$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*, $\rho_b = b_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0293$

Faktor tahanan momen maksimum, $R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 7,5105$

Faktor reduksi kekuatan lentur, $\phi = 0,80$

Momen negatif nominal rencana, $M_u = M_u / \phi = 262,219$ kNm

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, $d' = 30$ mm

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 320,00$ mm

Faktor tahanan momen, $R_u = M_u * 10^6 / (b * d^2) = 0,6921$

Rasio tulangan yang diperlukan : $\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \phi * R_u / (0,85 * f_c')] = 0,00167$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = \phi * f_c' / (4 * f_y) = 0,00321$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1,4 / f_y = 0,00333$

Rasio tulangan yang digunakan, $\rho = 0,00333$

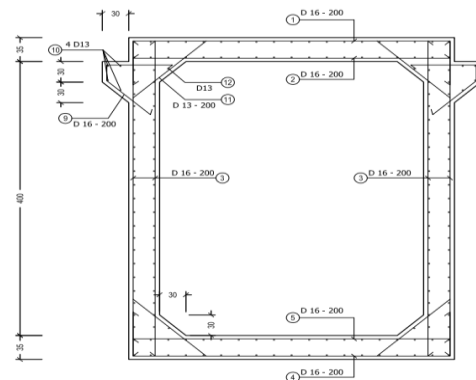
Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho * b * d = 3947$ mm²

Jumlah tulangan yang diperlukan, $S = (p / 4) * D^2 * (b / A_s) = 188,50$

S max = 200

Digunakan tulangan, 16 - 200 (OK)

Dari hasil penulangan di atas didapatkan jarak dan diameter tulangan yaitu D16-200.



Gambar 4. Hasil penulangan Box Culvert

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis penelitian yang telah dilaksanakan maka di dapatkan beberapa hasil dan kesimpulan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan struktur yang didapat Box Culvert memenuhi syarat perhitungan sehingga Box Culvert dapat dikatakan memenuhi syarat layak dan aman untuk digunakan oleh Masyarakat sekitar, sehingga Masyarakat tidak perlu khawatir dampak atau akibat yang akan di timbulkan akibat kerusakan atau kelalaian dalam perencanaan dan Pembangunan Box Culvert sebagai akses jalan (*underpass*).
2. Tingkat keamanan Struktur sudah sesuai dengan spesifikasi teknis SNI pembebanan jembatan 2016 yang berlaku maka Box Culvert dapat dikatakan aman dikarenakan perhitungan tulangan sudah sesuai dengan SNI.
3. Hasil tulangan pokok dari analisis pada penelitian ini mendapatkan hasil : D16 – 200, dan hasil penulangan pokok pada perencanaan Box Culvert pada Proyek penggantian jembatan lawenatam I mendapatkan hasil : D16-200. Maka disimpulkan bahwa hitungan tulangan pada proyek dan hasil penelitian ini sudah sesuai dan aman.

5.1 Saran

Berdasarkan dari hasil perhitungan analisis struktur *BoxCulvert* sebagai akses jalan (*underpass*) pada proyek penggantian jembatan lawe natam I kutacane kabupaten aceh tenggaradi dapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan perencanaan struktur ada baiknya menggunakan perhitungan yang akurat dengan SNI terbaru yang tersedia.
2. Karna saya kurangnya mendapatkan data yang lengkap saya harap pihak PUPR dan organisasi pemerintahan dalam hal konstruksi dapat lebih

- membantu mahasiswa dalam proses penelitian agar didapatkan hasil yang optimal dan akurat.
3. Dari penelitian ini, penulis mengajukan kepada untuk peneliti berikutnya agar lebih teliti dalam perhitungan analisisnya. Supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anggraini, N. 2011. “Underpasses Planning of The Main Street Gandaria City Using Soldier”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [2]. Departemen Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Manado.
- [3]. Dewi, A.I., Nurcahyo, C.B. 2014. “Analisa Resiko Pada Proyek Pembangunan Underpass Di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [4]. Santoso Budi, Heri Suprpto dan Suryadi HS. 2000. *Dasar Mekanika Tanah. Seri Diktat Kuliah*. Jakarta: Gunadarma.
- [5]. Santoso Budi, Heri Suprpto dan Suryadi HS. 2000. *Mekanika Tanah Lanjut. Seri Diktat Kuliah* Jakarta: Gunadarma.
- [6]. Setyo Budi, Gogot. 2011. *Pengujian Tanah Dilaboratorium (penjelasan dan panduan)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7]. SNI 03-2847-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- [8]. Sosrodarsono Suyono dan Kazuto Nakazawa. 2000. *Mekanika Tanah Dan Pondasi. Edisiketujuh*. Jakarta: Pradnya Paramith.
- [9]. Pemodelan, A., Gedung, B., Dengan, T. D. A. N. L., & Yang, I. (2012). *Analisis pemodelan bentuk gedung t dan l dengan inersia yang sama terhadap respons spektrum*.
- [10]. SNI, 1727. (2020). *Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standarisasi Nasional 1727:2020, 8*
- [11]. SNI 1725-2016 *pembebanan untuk jembatan*.
- [12]. SNI 2052-2017 *Baja Tulangan Beton*.