

PERENCANAAN BOX CULVERT DI KAMPUNG NAGRAK DESA CIPEUCANG, KECAMATAN CILEUNGSI, KABUPATEN BOGOR

Andina Prima Putri¹, Rahman Satrio Prasajo²,

Tri Wahyu Kuningsih³, Dwi Novi Wulansari⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹ andinapratayama@gmail.com

Abstrak

Prasarana pendukung jalan yang ada di Kampung Nagrak dapat dikatakan kurang memadai karena konstruksi prasarana tersebut masih sangat sederhana dan dapat membahayakan bagi pengguna jalan tersebut. Kondisi saluran air multi fungsi sebagai jembatan sederhana yang belum memadai apa bila akan dilewati oleh warga kampung nagrak maupun warga lain yang akan menuju kampung nagrak. Kondisi saluran air multi fungsi yang belum memadai maksudnya adalah konstruksinya hanya dibangun dari galian tanah, sedangkan untuk lintasan kendaraan di atasnya terbuat dari konstruksi jembatan kayu sederhana yang dapat membahayakan pengguna jalan yang melintas. *Box culvert* adalah elemen pendukung transportasi jalan yang multi fungsi. Berfungsi sebagai saluran air, sehingga aliran air dapat mengalir dengan baik, serta berfungsi juga sebagai jembatan sederhana bagi kendaraan yang melintas di atasnya, mengingat *box culvert* terbuat dari material beton, sehingga memungkinkan memikul beban lalu lintas di atasnya.

Kata kunci: perencanaan, *box culvert*, beton

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Cileungsi dengan luas wilayah 73,79 Km², meliputi 12 Desa, dengan jumlah penduduk sebesar 316.873 jiwa, dengan kepadatan 4.294 Jiwa/Km². Dengan cakupan luas wilayah dan jumlah penduduk demikian, maka diperlukan prasarana transportasi berupa jalan yang memadai dalam mendukung berbagai aktifitas masyarakatnya baik dari aspek ekonomi, sosial, pendidikan, kesehatan maupun aspek kemasyarakatan lainnya.

Kampung Nagrak Desa Cipeucang yang berada di Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor merupakan salah satu desa dengan kepadatan penduduk 3.320 jiwa/km². Untuk sektor perekonomian masyarakatnya berasal dari hasil pertanian. Berdasarkan statistik daerah Kecamatan Cileungsi (BPS Kab. Bogor, 2016) padi sawah dan palawija merupakan komoditas yang masih banyak diusahakan oleh masyarakat Cileungsi. Dimana luas tanam selama setahun terakhir ini adalah 938 Ha dengan luas panennya 860 Ha. Dengan hasil pertanian yang sedemikian, maka diperlukan prasarana transportasi berupa jalan yang memadai dalam mendukung pertanian masyarakat.

Di sektor pendidikan, berdasarkan statistik daerah Kecamatan Cileungsi (BPS Kab. Bogor, 2016) jumlah sekolah tingkat SD/ sederajat berjumlah 219 unit, SMP/ sederajat berjumlah 95 unit dan SMA/ sederajat berjumlah 81 unit. Untuk mendukung kemajuan dan perkembangan Kampung Nagrak Desa Cipeucang dibutuhkan infrastruktur yang bagus. Dengan jumlah sekolah dan siswa yang demikian, maka diperlukan prasarana transportasi berupa jalan yang memadai dalam mendukung mutu pendidikan untuk lebih baik.

Prasarana yang ada di Kampung Nagrak dapat dikatakan kurang memadai karena akses jalan yang ada di kampung ini masih berupa jalan tanah dan memiliki lebar yang sempit. Dengan adanya kondisi ini menyulitkan warga yang ada di kampung Nagrak apabila hendak bepergian.

Dari uraian di atas maka Tim Pengabdian Kepada Masyarakat Program Studi Teknik Sipil UTA '45 Jakarta mengambil judul Perencanaan Jalan Kampung Nagrak, Desa Cipeucang, Kecamatan Cileungsi, Bogor, Jawa Barat.

2. MASALAH

Permasalahan yang dimiliki oleh kampung Nagrak adalah kondisi jalan yang belum memadai apa bila akan dilewati oleh warga kampung Nagrak maupun warga lain yang akan menuju kampung Nagrak. Kondisi jalan yang belum memadai maksudnya antara lain kondisi jalan belum beraspal atau masih berupa jalan tanah kemudian kontur jalan yang turun naik menyulitkan akses keluar masuk kampung Nagrak.

3. METODE PELAKSANAAN

Metode Pelaksanaan perencanaan box culvert ini adalah sebagai berikut:

3.1 Survey Lapangan

Salah satu metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah survey lapangan. Survey lapangan ini dilaksanakan dalam mengambil data yang diperlukan untuk desain dan perhitungan rencana anggaran biaya perencanaan *box culvert* kampung Nagrak. Berikut adalah beberapa data yang diambil pada saat survey lapangan:

- a. Lebar jalan
- b. Kedalaman saluran air
- c. Kontur jalan

- d. Lebar saluran air
- e. Peta jalan Desa Nagrak
- f. Harga bahan bangunan di Kabupaten Bogor, dll

3.2 Pembuatan Desain Box Culvert dan Rencana Anggaran Biaya

Setelah survey lapangan dilaksanakan kemudian dilakukan desain *box culvert* dan pembuatan rencana anggaran biaya oleh tim pengabdian masyarakat Teknik Sipil.

3.3 Sosialisasi Hasil Desain Box Culvert

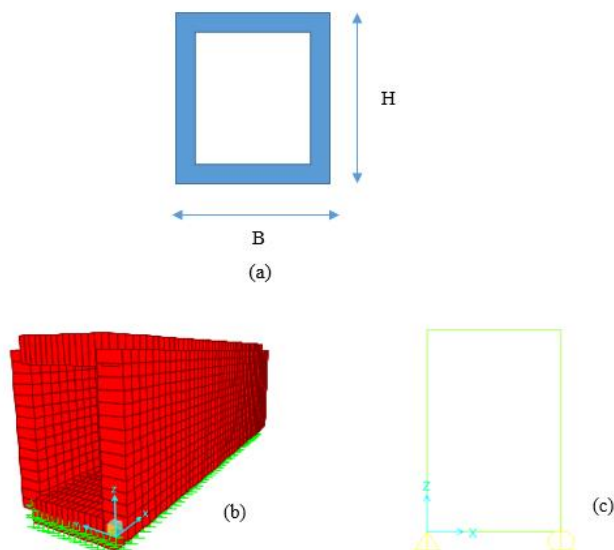
Setelah desain *box culvert* dan rencana anggaran biaya selesai dibuat tahap selanjutnya adalah sosialisasi mengenai desain yang sudah dirancang dengan aparat desa yang berwenang mengenai pembangunan desa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat (survey lapangan) hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

4.1 Sistem struktur

Sistem struktur *box culvert* pada perencanaan ini dimodelkan dalam 2 tipe pemodelan struktur. Tipe pemodelan yang pertama, *box culvert* dimodelkan sebagai elemen balok-kolom yang ditumpu oleh tumpuan sendi-rol untuk mewakili sistem pondasi yang digunakan. *Output* dari pemodelan berupa gaya dalam momen (M), gaya dalam geser (V), serta gaya dalam normal (N). Sedangkan tipe pemodelan yang kedua, *box culvert* dimodelkan sebagai *shell* elemen (elemen pelat). *Output* dari pemodelan kedua ini berupa kontur tegangan geser dan normal, mengingat *box culvert* adalah elemen struktur yang terbuat dari pelat pada sisi atas dan bawahnya. Parameter gaya dalam serta kontur tegangan ini dijadikan sebagai acuan dalam desain kapasitas penampang.



Gambar 1. (a) Penampang Melintang Pelat, (b) Model *Shell Element* Pelat Beton, (c) Model *Plane Frame Box Culvert*

4.2 Desain Pembebanan

a. Beban mati (DL)

Beban mati terdiri dari:

1. Berat sendiri struktur

Struktur *box culvert* merupakan struktur beton bertulang dengan berat jenis, diambil sebesar $\gamma_{beton} = 25 \text{ kN/m}^3$. Berat sendiri struktur ini dihitung sebagai berikut:

Tabel 1. Berat sendiri Struktur

Elemen	Dimensi (m)			Luas (m ²)	Volume (m ³)	Bj _{beton} (kN/m ³)	Berat (kN)
	b	h	L				
1	1	0.25	4.6	0.25	1.15	25	28.75
2	1	0.25	4.6	0.25	1.15	25	28.75
3	0.25	1.5	4.6	0.375	1.725	25	43.125
4	0.25	1.5	4.6	0.375	1.725	25	43.125
Berat Struktur (kN)							143.75

2. Beban tekanan tanah

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$\gamma_{tanah} = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\begin{aligned} K_a &= \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \\ &= \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{30}{2}\right) \\ &= 0.333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{tanah}} &= K_a * H * b_{\text{eff}} * \gamma_{\text{tanah}} \\ &= 0.333 * 1.5 * 1 * 18 \\ &= 8.99 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

3. **Beban surcharge**

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$Q_{\text{surcharge}} = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{\text{surcharge}} = K_a * b_{\text{eff}} * Q_{\text{surcharge}}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{surcharge}} &= 0.333 * 1 * 10 \\ &= 3.33 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

b. Beban Mati Superimposed (SIDL)

Beban mati superimposed berupa railing/kerb sebesar 9 kN/m.

c. Beban Hidup (LL)

Beban hidup terdiri dari beban akibat kendaraan dan beban akibat tekanan air, yang ditentukan sebagai berikut:

1. **Beban Kendaraan**

Beban “T” didefinisikan pada pasal 2.3.4.1 sebagai beban truck semi-trailer dengan tiga gardan yang mempunyai berat total sebesar 50 kN pada gardan pertama (25 kN pada tiap roda depan), 200 kN pada masing-masing gardan kedua dan ketiga (100 kN pada tiap roda).

2. **Tekanan Air**

$$H_{\text{air}} = 0.53 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{air}} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{air}} &= H_{\text{air}} * \gamma_{\text{air}} * b_{\text{eff}} \\ &= 0.53 * 10 * 1 \end{aligned}$$

d. Beban Gempa

Beban gempa dihitung berdasarkan anggapan bahwa struktur *box culvert* sangat kaku (T mendekati nol atau sama dengan deformasi tanah) bila terjadi gempa. Berdasarkan peraturan BMS 1992 beban gempa statik dapat dihitung dengan persamaan:

$$V_{EQ} = S * I * C * W_t, \text{ dimana :}$$

$$S = 1.2$$

$$I = 1.0$$

$$C = 0.12 \rightarrow (\text{Koefisien Gempa Wilayah untuk Tanah Lunak, BMS 1992})$$

$$W_t = 110 \text{ kN} \rightarrow (100\% * (\text{Beban Mati} + \text{Beban SDL}))$$

sehingga

$$V_{EQ} = 1.2 * 1 * 0.12 * 110$$

$$= 15.9 \text{ kN (pada arah sejajar dan melintang sumbu struktur)}$$

4.3 Analisis Struktur

Untuk memperoleh gaya-gaya dalam maksimum pada elemen *box culvert* maka dilakukan analisis struktur yang dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 V15.2.1 sebagai berikut.

a. Pemodelan dengan *Shell Elemen*

1. Input Beban
2. Kombinasi Pembebanan
3. Gaya Dalam Elemen Struktur

Tabel 4.2 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Beban	SW	R _{tanah}	R _{surcharge}	RS DL	R _{air}	R _{kendaraan-1}	R _{kendaraan-2}	EQ Long	EQ Trans
SLS-1	1,0	1,0	1,0	1,0	*	*	*	*	*
SLS-2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	*	*	*	*
SLS-3	1,0	1,0	1,0	1,0	*	1,0	*	*	*
SLS-4	1,0	1,0	1,0	1,0	*	*	1,0	*	*
SLS-5	1,0	*	*	1,0	*	*	*	1,0	0,3
SLS-6	1,0	*	*	1,0	*	*	*	-1,0	0,3
SLS-7	1,0	*	*	1,0	*	*	*	0,3	1,0
ULS-1	1,3	1,3	1,3	2,0	*	*	*	*	*
ULS-2	1,3	1,3	1,3	2,0	2,0	*	*	*	*
ULS-3	1,3	1,3	1,3	2,0	*	2,0	*	*	*
ULS-4	1,3	1,3	1,3	2,0	*	*	2,0	*	*
ULS-5	1,3	*	*	2,0	*	*	*	1,0	0,3
ULS-6	1,3	*	*	2,0	*	*	*	-1,0	0,3
ULS-7	1,3	*	*	2,0	*	*	*	0,3	1,0

Catatan
 SLS = Dipergunakan Untuk Perencanaan Pondasi
 ULS = Dipergunakan Untuk Perencanaan Penampang Beton Bertulang

b. Geometri Struktur Shell Element

Struktur dimodelkan sebagai elemen pelat dengan ketebalan pelat 250 mm, tumpuan diasumsikan sebagai tanah lunak (*elastic foundation*).

Tabel 4.3 Properti Penampang *Box Culvert*

Elemen	Dimensi (m)			
	b	h	t	L
Box	1	1.5	0.25	4.6

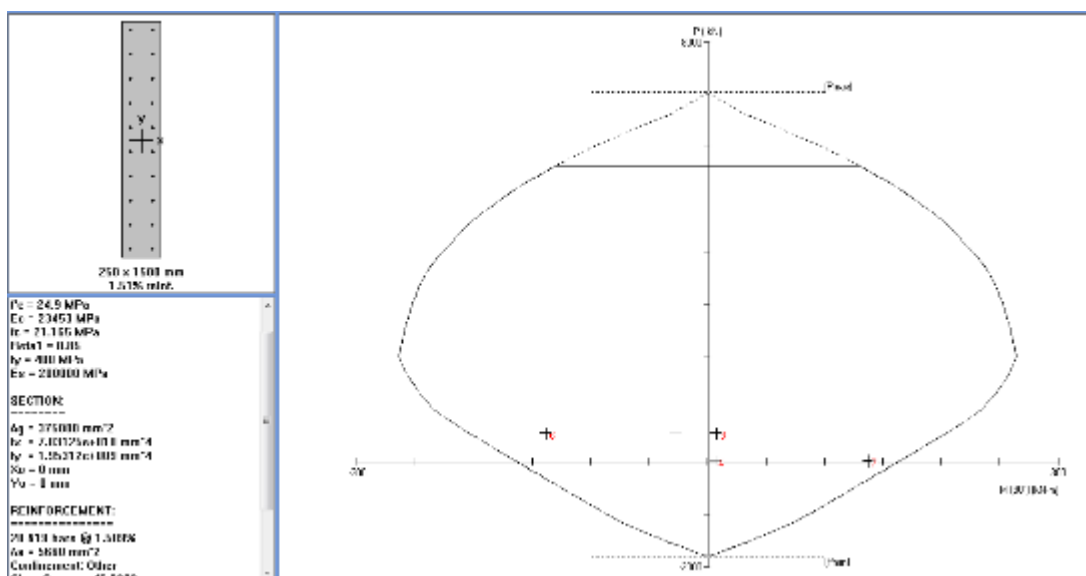
c. Perhitungan Dimensi Penampang *Box Culvert*

Penampang *box culvert* dibagi dalam 3 segmen, antara lain:

1. Pelat samping (*side plate*)

Perencanaan pelat samping dianalisa sebagai berikut:

Untuk melakukan perhitungan kebutuhan tulangan lentur, elemen pelat samping dimodelkan sebagai elemen kolom, dan dianalisa menggunakan PCA Column, dengan *output* seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Interaksi Kolom

Gambar diatas menunjukkan penampang pelat samping menggunakan tulangan ulir D19 sebanyak 20 buah, dengan rasio tulangan 1.51% mampu memikul beban rencana, sehingga untuk kebutuhan tulangan lentur, digunakan tulangan 20D19.

Perencanaan Tulangan Geser. Besar gaya geser (V_c) diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{P_u}{14bh} \right) \sqrt{f'_c} bd$$

f'_c	=	25	MPa
f_y	=	400	MPa
f_s	=	0,75	
b	=	1500,0	Mm
h	=	250,0	Mm

ds	=	40,0	Mm	
d	=	210,0	Mm	
Pu	=	550,6	kN	
Vu	=	91,6	kN	
Vc	=	262,5	kN	
Vs	=	-140,4	kN	
S	=	250,0	Mm	
Ash	=	1145,57143	mm ²	Gunakan D10 - 200

2. Pelat atas (*top plate*)

Mutu beton $f'c = 30$ MPa

Mutu Baja $f_y = 400$ MPa, faktor reduksi $\phi = 0.8$

Mutu Baja $f_{ys} = 400$ MPa, faktor reduksi $\phi = 0.75$

Gaya Dalam Struktur, disajikan pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 Gaya Dalam Batang

Segmen Bentang	M_u kN-m	V_u kN
Tumpuan Tepi	-4,4	12,0
Lapangan	0,6	7,8

Tabel 4.5 Rekap Perencanaan Lentur

Segmen Bentang	b mm	h mm	ds mm	d mm	a_{max} mm	a_{perlu} mm	A_s mm ²	A_{s_min}	Jumlah Tulangan
Tumpuan Tepi	1000	250	40	210	80,3	1,0	65,5	735	D - 16 200
Lapangan	1000	250	40	210	80,3	0,1	8,5	735	D - 16 200
As	=	0,492	mm ² /mm						
S	=	200	mm						
As_pakai	=	98,5	mm ²						Gunakan D16 - 200

Tabel 4.6 Kontrol Tahanan Geser

Section	b mm	h mm	ds mm	d mm	ϕV_c kN	Cek $V_u < \phi V_c$
Tumpuan Tepi	1000,0	500,0	40,0	460,0	314,9	OK
Lapangan	1000,0	250,0	40,0	210,0	143,8	OK

3. Pelat bawah (*bottom plate*)

Material Beton

Material Tulangan Lentur

Material Tulangan Geser

Gaya Dalam Struktur

Tabel 4.7 Gaya Dalam Struktur

Segmen Bentang	M_u kN-m	V_u kN
Tumpuan Tepi	-4,4	12,0
Lapangan	0,6	7,8

Tabel 4.8 Rekap Perencanaan Lentur

Segmen Bentang	b mm	h mm	ds mm	d mm	a_{max} mm	a_{perlu} mm	A_s mm ²	A_{s_min}	Jumlah Tulangan
Tumpuan Tepi	1000	250	40	210	80,3	1,0	65,5	735	D - 16 200
Lapangan	1000	250	40	210	80,3	0,1	8,5	735	D - 16 200

d. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No.	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Biaya
1	Galian saluran	6.75	m ³	Rp 15.000,-	Rp 101.250,-
2	Pemadatan tanah dasar	6.75	m ³	Rp 10.000,-	Rp 67.500,-
3	Box Culvert Beton	3.555	m ³	Rp 900.000,-	Rp 3.199.500,-
4	Baja Tulangan D10	4	Batang	Rp 69.000,-	Rp 276.000,-
5	Baja Tulangan D16	10	Batang	Rp 179.000,-	Rp 1.790.000,-
6	Baja Tulangan D19	20	Batang	Rp 253.000,-	Rp 5.060.000,-
7	Pengurugan sisi samping saluran	20	m ³	Rp 8.000,-	Rp 160.000,-
Jumlah					Rp 10.654.250,-
Fee Perencanaan 10%					Rp 1.065.425,-
Total Biaya					Rp 11.719.625,-
Pembulatan					Rp 11.720.000,-

5. SIMPULAN

Dari hasil kegiatan pengabdian masyarakat ini didapatkan kesimpulan bahwa hasil perhitungan kasar yang sifatnya untuk memberikan informasi kisaran biaya pelaksanaan pekerjaan *box culvert* sebesar Rp 11.720.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor, 2016, **Kabupaten Bogor Dalam Angka 2016**,
Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.