

JURNAL KONSTRUKSI

Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang Antara Jalan Rel Kereta Api Dengan Jalan Tentara Pelajar Kota Cirebon

Sigit Hidayat*, Dr. H. Saihul Anwar, Ir., M. Eng., MM.**

*) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

***) Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

ABSTRAK

Jalan Tentara Pelajar merupakan jalan kolektor yang dibawah pengelolaan pemerintah Provinsi Jawa Barat. Jalan Tentara Pelajar mempunyai volume lalu lintas kendaraan yang sangat ramai, karena jalan ini merupakan jalur penghubung antara kawasan pemukiman dengan kawasan perdagangan/ jasa. Selain itu, jalan ini juga dilalui oleh perlintasan sabidang jalur kereta api dengan menggunakan sistem palang pintu. Sehingga waktu tunda (*delay time*) bagi pengguna kendaraan yang melalui Jalan Tentara Pelajar akan semakin bertambah lama.

Oleh karena itu, untuk memberikan solusi atas permasalahan tersebut. Maka, Penulis akan merencanakan Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang antara Jalan Rel Kereta Api dengan Jalan Tentara Pelajar. Tahapan perencanaan yang dilakukan yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder yang diperlukan, analisis struktur, dan gambar desain akhir.

Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang antara Jalan Rel Kereta Api dengan Jalan Tentara Pelajar akan menggunakan struktur *underpass* dimana lalu lintas Jalan Tentara Pelajar akan berada dibawah Jalan Rel. Struktur *underpass* akan menggunakan perencanaan *Double Box Culvert*. Pengembangan perlintasan tidak sebidang juga akan memerlukan perencanaan kembali alinyement vertikal pada ruas jalan yang ada.

Kata kunci : Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang, Jalan Rel, Jalan Tentara Pelajar, *Underpass*, *Box Culvert*.

ABSTRACT

Tentara pelajar street is one of passage which related to management's government of West Java Province. Tentara pelajar street has traffic-lane that crowded because the street is passageway between residence and merchandising. Moreover, there were railway on the street used door crossbar system until that happened delay time to Developing of passage not coplanar between railway and tentara pelajar street.

For the steps of the plan, the writer collected of the primer data and secodary data, analyze structure, and the last picture design. Developing of passage not coplanar between railway an tentara pelajar street used underpass structure where is traffic-lane on the railway track.

Underpass structure is used by double box culvert plan. Developing of passage not coplanar between railway and tentara pelajar street need to make a planning again for alinyement vertical on the passages.

Keywords: *Developing of passage not coplanar between railway and tentara pelajar street, railway track, tentara pelajar street, box culvert.*

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kota Cirebon terletak pada lokasi yang strategis dan menjadi simpul pergerakan transportasi antara Jawa Barat dan Jawa Tengah, tepatnya di Jalur Pantura Provinsi Jawa Barat, tepatnya pada posisi geografi dengan koordinat $108^{\circ} 33' \text{ BT}$ dan $6^{\circ} 42' \text{ LS}$.

Jalan Tentara Pelajar adalah jalan kolektor primer (2 lajur 2 arah tanpa pemisah) yang mempunyai peranan penting dalam kegiatan perpindahan atau pergerakan manusia dan barang. Jalan ini menghubungkan wilayah permukiman dan wilayah kegiatan ekonomi, sehingga volume lalu lintas pada jalan ini sangat padat.

Perintasan sebidang Jalan Kereta Api dengan Jalan Raya adalah salah satu permasalahan transportasi di Indonesia. Hal ini kerap menimbulkan berbagai permasalahan diantaranya antrian panjang kendaraan dan kecelakaan. Waktu tunggu yang cukup lama saat Kereta Api melintas sering menyebabkan rasa jenuh, sehingga banyak pengguna jalan yang menerobos palang pintu perlintasan. Adanya penambahan *track* Kereta Api Lintas Utara menjadi Jalur Ganda membuat lalu lintas kereta api semakin padat dan waktu tunggu pengguna jalan raya semakin bertambah. Selain itu begitu banyak kecelakaan yang terjadi antara pengguna jalan dengan kereta api pada suatu perlintasan sebidang jalan rel dengan jalan raya.

Peraturan perundang-undangan yang berlaku yaitu Undang-undang Nomor 23 Tahun 2007 pasal 124 tentang Perkeretaapian dan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 pasal 114 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ) mewajibkan pengguna jalan untuk mendahulukan perjalanan Kereta Api.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka Perlintasan Sebidang antara Jalan Kereta Api dan Jalan Tentara Pelajar dipandang perlu mengembangkan persimpangan ini menjadi persimpangan yang tidak sebidang.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. KAJIAN PUSTAKA

1. Perencanaan Sejenis

- Pembangunan Underpass KM 319+ 370 Antara Bumiayu – Kretek Lintas Cirebon – Kroya Dengan Metode Penyangga.
- Perencanaan *Underpass* Jalan Masuk Gandaria City Dengan Solder Pile.
- Perencanaan *Underpass* Persimpangan Jl. Kapt. Sudibyo – Jl. K.S. Tubun Dengan Jalan Rel Kota Tegal.
- Perencanaan *Underpass* Simpang Tujuh Jalan Joglo Surakarta.
- Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (*Underpass*) Di Jalan R.A Kartini Kota Cirebon.

B. LANDASAN TEORI

1. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitasnya. Ini merupakan gambaran apakah suatu ruas jalan mempunyai masalah atau tidak, berdasarkan asumsi jika ruas jalan makin dekat dengan kapasitasnya, maka kemudahan bergerak akan makin terbatas. Dalam MKJI 1997, jika analisis DS dilakukan untuk analisis tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam smp (satuan mobil penumpang). Untuk menghitung derajat kejenuhan digunakan rumus berikut ini :

Dimana : $DS = Q /$

$DS = \text{Degree of Saturation}$ (derajat kejenuhan)

$Q =$ arus (smp/jam)

$C =$ Kapasitas (smp/jam)

2. Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik yang perlu ditinjau untuk pembangunan *Underpass* adalah alinyemen vertikal, sedangkan alinyemen horizontal pada perencanaan geometrik *Underpass* merupakan jalan lurus tanpa adanya belokan (sudut tetap) sehingga pada perencanaannya diabaikan.

Alinyemen vertikal dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{\Delta \times S^2}{150 + 3,5 \times S}$$

Dimana :

L : Panjang lengkung vertikal (m)

Δ : kelandaian (%),

S : Jarak pandang henti (m)

Tabel 2.1 Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)
120	250
100	175
80	120
60	75
50	55
40	40
30	27
20	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Tabel 2.2 Kecepatan Rencana (VR)

Kecepatan Rencana (km/jam)	Landai Maksimum (%)
100	3
80	4
60	5
50	6
40	7
30	8
20	9

3. Pembebanan Pada Struktur

Pembebanan yang terjadi pada *underpass* dengan konstruksi *box culvert* adalah sebagai berikut:

- Beban Sendiri
- Beban Mati Tambahan
- Tekanan Tanah
- Beban Gandar
- Beban Angin
- Benan Temperatur
- Beban Gempa Statik Ekvivalen
- Tekanan Tanah Dinamis

4. Perencanaan Drainase

Menggunakan Metode Gumbel, distribusi gumbel digunakan untuk analisis data maksimum misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Pada metode ini biasanya menggunakan distribusi dan nilai ekstrim dengan distribusi dobel eksponensial (soewarno 1995).

Langkah-langkah perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut :

a. Hitung standard Deviasi :

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^2}{n - 1}}$$

b. (Loebis,1984)

Dimana :

SX = Standard Deviasi

Xi = Curah hujan rata-rata

Xr = Harga rata – rata

n = Jumlah data

c. Hitung nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

(Loebis,1984)

Dimana :

K = Faktor Frekuensi

Yn = Harga rata – rata reduce variate

Sn = Reduced standard deviation

Yt = Reduced variated

d. Hitung hujan dalam periode ulang T tahun

$$Xt = Xr + (K * Sx)$$

(Loebis,1984)

Dimana :

Xt = Hujan dalam periode ulang tahun

Xr = Harga rata – rata

K = Faktor Frekuensi

Sx = Standar deviasi

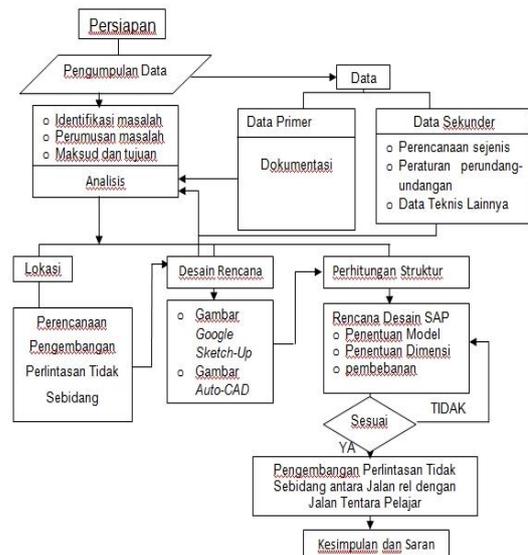
e. Curah Hujan Rencana Rata-rata

f. Perhitungan Dimensi

Cek Dimensi Saluran Existing

METODE PENELITIAN

Metode merupakan gambaran tahap yang hendak dilakukan untuk mencapai tujuan penulisan. Sehingga memberi kemudahan dalam melakukan pekerjaan. Metode penelitian dimulai dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan penelitian. Pengumpulan data lapangan yang akan digunakan sebagai data dalam obyek. Adapun alur penelitian ini tergambar pada bagan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran Perencanaan

Lokasi objek perencanaan berada pada Kelurahan Pekiringan, kurang lebih empat ratus meter dari Stasiun Kereta Api Parujakan.



Gambar 3.2 Lokasi Perencanaan

dikonversikan menjadi satuan mobil. Berikut merupakan hasil rekap perhitungan volume lalu lintas yang dilakukan selama tujuh hari pada ruas jalan Tentara Pelajar:

Tabel 4.1 Rekap Volume Lalu Lintas Jalan Tentara Pelajar

No	Waktu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Rata-Rata
		SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	
1	06:00 - 08:00	2249	2119	2350	2567	2036	856	874	1864
2	08:00 - 10:00	2537	2437	2649	2418	2863	2076	1962	2420
3	10:00 - 12:00	2394	2570	2275	2294	2394	1895	2479	2329
4	12:00 - 14:00	1168	1568	1043	1347	1168	1169	1285	1250
5	14:00 - 16:00	2283	2320	2189	2265	2283	2652	2451	2349
6	16:00 - 18:00	2865	2759	2967	2679	2865	2994	2643	2825
7	18:00 - 20:00	1091	985	862	823	1091	946	1067	981
8	20:00 - 22:00	986	886	985	1055	875	1048	996	976
9	22:00 - 24:00	274	179	268	232	226	140	253	225
10	24:00 - 02:00	58	67	126	76	132	95	127	97
11	02:00 - 04:00	839	769	1085	865	1041	947	752	900
12	04:00 - 06:00	1864	1965	2074	2183	1864	1905	2057	1987
Jumlah		18608	18624	18873	18804	18838	16723	16946	

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ruas Jalan Tentara Pelajar merupakan salah satu akses jalan di Kota Cirebon, saat ini kondisi ruas jalan tersebut mengalami kemajuan pesat dalam bidang perdagangan dan jasa yang membuat ruas jalan ini semakin padat dengan beragam tujuan pengguna jalan dalam berlalu lintas dan beragam pula pola distribusi jumlah kendaraan dari ruas kajian menuju ruas jalan protokol disekitarnya.

1. Perhitungan Kinerja Ruas Jalan

a. Perhitungan Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitasnya.

$$DS = Q/C \dots (D)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan (smp/jam)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Qmax = 3849 smp/jam

C = 4714,2 smp/jam

Sehingga:

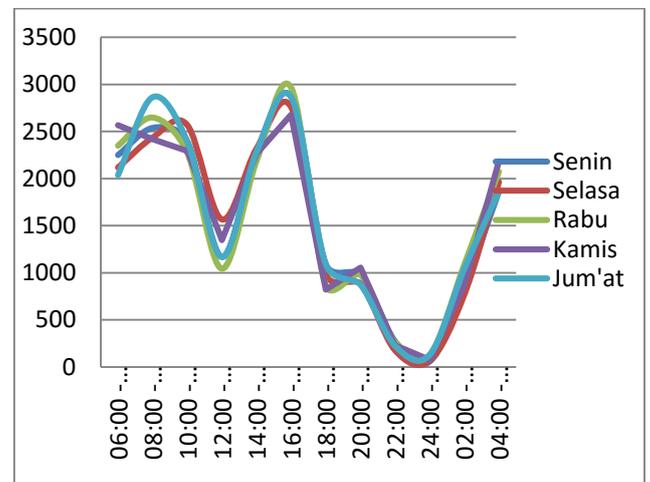
$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{3849}{4714,2}$$

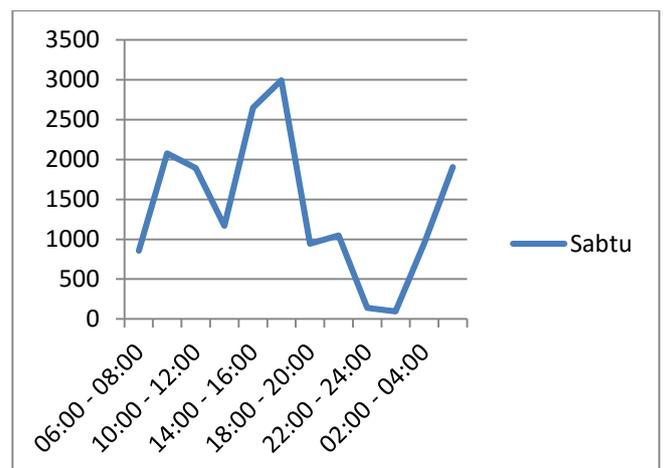
$$DS = 0,82$$

b. Volume Lalu Lintas Jalan Tentara Pelajar

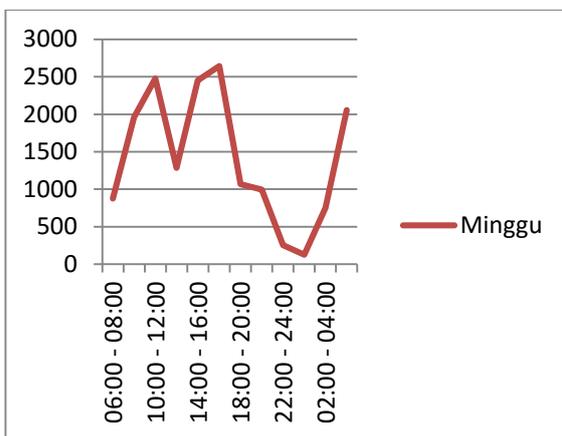
Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung kendaraan yang lewat selama 24 jam, dimana perhitungan dikelompokkan menjadi 3 jenis kendaraan yaitu LV (kendaraan ringan), MC (sepeda motor), dan HV (kendaraan berat) yang kemudian



Gambar 4.1 Grafik Tren Volume Lalu Lintas Jln. Tentara Pelajar Senin-Jumat



Gambar 4.2 Grafik Tren Volume Lalu Lintas Jln. Tentara Hari Pelajar Sabtu



Gambar 4.3 Grafik Tren Volume Lalu Lintas Jln. Tentara Hari Pelajar Minggu

Volume Puncak lalu lintas dapat diketahui setelah mengamati masing-masing jam dan masing-masing hari. Maka dapat terlihat pada jam berapa saja arus lalu lintas mencapai puncaknya.

c. Perhiungan Alinyemen Jalan Ekisisting

Tabel 4.2

Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi dan Medan

Fungsi	Kecepatan Rencana Vr (km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	50 – 100	40 – 80	40 – 70
Kolektor	40 – 80	30 – 60	30 – 50
Lokal	30 – 50	20 – 40	20 – 30

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Tabel 4.3 Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)
120	250
100	175
80	120
60	75
50	55
40	40
30	27
20	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal Dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{\Delta \times S^2}{150 + 3,5 \times S}$$

Dimana :

L : Panjang lengkung vertikal (m)

Δ : kelandaian (%), dengan kecepatan rencana 50 km/jam maka

kelandaian nya 6 %

S : Jarak pandang henti (m)

Jarak pandang henti : 55 m

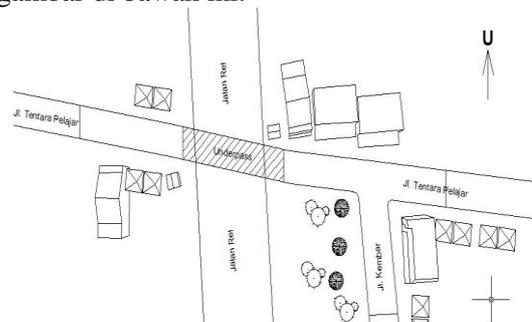
Kecepatan rencana : 50 – 100 km/jam

$$L = \frac{6 \times 55^2}{150 + 3,5 \times 55} = 53$$

Jadi jarak pandang lengkung vertikal adalah 53 m.

2. Desain Underpass

Penulis memilih desain *underpass* dengan *double cell box culvert* berdasarkan beberapa pertimbangan, antara lain bentang yang panjang untuk ruas jalan Tentara Pelajar, menghindari dimensi yang besar, dan keadaan lalu lintas yang berada pada persimpangan. Oleh karena itu, tinggi box direncanakan 7,2 meter agar ada jarak aman kurang lebih antara atap kendaraan dengan lampu *underpass*. Double cells box dipilih agar setiap arah pergerakan lalu lintas satu arah untuk satu cell box. Bentang yang direncanakan sebesar 13,5 meter. Adapun bentuk gambar desain struktur *underpass* yang direncanakan terdapat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4.4 Site Plane Underpass



Gambar 4.5 Visualisasi Underpass Arah Barat



Gambar 4.6 Visualisasi Underpass Arah Timur



Gambar 4.7 Visualisasi Underpass Persimpangan Jalan Kembar

Data Konstruksi:

- Tipe konstruksi : Double Box Culvert
- Tipe muatan : KA 18
- Panjang total : 13,5 m
- Panjang bentang 1 : 6,75 m
- Panjang bentang 2 : 6,75 m
- Lebar Box Culvert : 20 m
- Tinggi : 7,2 m
- Lebar jalur kendaraan : 6 m

Data Material:

- Dinding & Plat lantai : $f_c' = 30$ Mpa
- Berat Jenis Beton : 25 kN/m^3
- Berat Jenis Rel : $54,4 \text{ kN/m}^3$
- Berat Jeniis Air : $9,80 \text{ kN/m}^3$
- Berat Tanah Didapatkan : $17,20 \text{ kN/m}^3$
- Mutu Tulangan
 Tulangan dengan $> \varnothing 12 \text{ mm}$: $f_y = 400$ Mpa
 Tulangan dengan $\leq \varnothing 12 \text{ mm}$: $f_y = 240$ Mpa

Tabel 4.4 Data Tanah

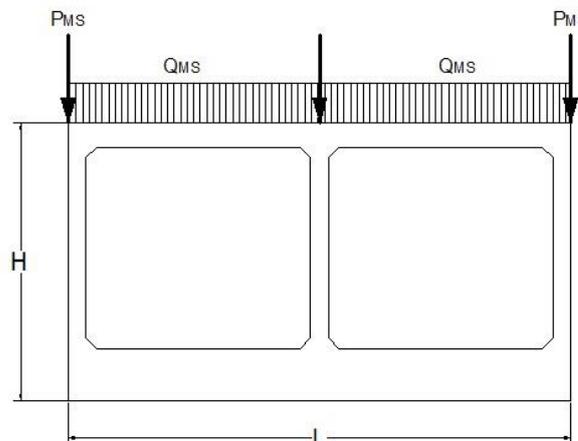
	Eksistensi	urugan	Ket.
Berat jenis tanah (γ_t)	1,70	1,70	t/m^3
Sudut geser tanah (ϕ_s)	35	30	$^\circ$
Koef. tekanan tanah (K_a)	0,27	0,33	$\text{Tan}^2(45-\phi)$
Daya dukung tanah Q_{all}	7	18,61	t/m^2

3. Analisis Pembebanan

a. Berat Sendiri

Berat sendiri (self weight) adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non-struktural yang dipikulnya dan bersifat tetap. Berat sendiri box culvert dihitung dengan meninjau selebar 1 m (tegak lurus bid. gambar) sebagai berikut :

Berat sendiri plat lantai,
 $Q_{ms} = H_1 * W_c = 17,5 \text{ kN/m}$
 Berat sendiri plat dinding,
 $P_{ms} = H * H_2 * W^c = 90 \text{ kN}$



Gambar 4.8 Berat Beban Sendiri

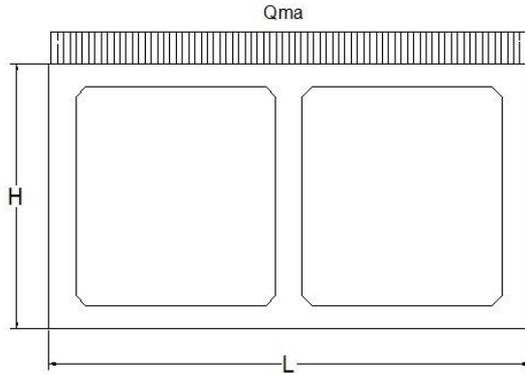
b. Berat Mati Tambahan

Beban mati tambahan (superimposed dead load), adalah berat seluruh bahan yang menimbulkan suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural, dan mungkin besarnya berubah selama umur jembatan. Jembatan dianalisis harus mampu memikul beban tambahan seperti:

- Berat rel
- Genangan air hujan jika sistem drainase tidak bekerja dengan baik

Tabel 4.7 Berat Beban Mati Tambahan

No	Jenis	Tebal (m)	Berat (kN/m ³)	Beban kN/m
1	Rel	0,35	54,4	19,04
2	Air Hujan	0,05	9,80	0,49
Q_{ma}				19,53



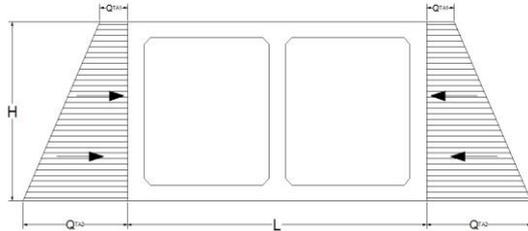
Gambar 4.9 Berat Beban Mati Tambahan

c. Beban Gandar Lokomotif

Beban hidup pada lantai jembatan berupa gabdar lokomotif yang besarnya: Berat gandar lokomotif CC.202 01 - 202 30 = 18ton/gandar
Terdapat 3 gandar dalam 1 bogie dengan jarak as antar ujung bogie 3,3 m
18 ton x 3 = 54 ton dikonversi = 529.559,1 N = 529,6 kN
Maka beban gandarnya 529,6 : 3,3 = 160,5 kN/m

d. Tekanan Tanah

Pada bagian tanah di belakang dinding abutment yang dibebani lalu-lintas, harus diperhitungkan adanya beban tambahan yg setara dengan tanah setebal 0.60 m yang berupa beban merata ekivalen beban kendaraan pada bagian tersebut.



Gambar 4.10 Tekanan Tanah

e. Pengaruh Temperatur

Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperatur, diambil perbedaan temperatur yang besarnya setengah dari selisih antara temperatur maksimum dan temperatur minimum rata-rata pada lantai jembatan.

rata pada lantai jembatan.

Temperatur maksimum rata-rata, $T_{max} = 40^{\circ}$

Temperatur minimum rata-rata, $T_{min} = 15^{\circ}$

Koefisien muai panjang untuk beton, $\alpha = 1.0E-05/^{\circ}C$

Modulud Elastis Beton,

$$E_c = 24484 \text{ kPa}$$

Perbedaan temperatur pada plat lantai,

$$RT = (T_{max} - T_{min}) / 2 = 12,5^{\circ}C$$

f. Beban Angin

Gaya angin tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat beban angin yang meniup kendaraan di atas lantai jembatan dihitung dengan rumus :

$$TEW = 0.0012 * C_w * (V_w)^2 \text{ kN/m}^2$$

dengan, $C_w = 1,2$

Kecepatan angin rencana, $V_w = 35 \text{ m/det}$

Beban angin tambahan yang meniup

bidang samping kendaraan :

$$T_{EW} = 0,0012 * C_w * (V_w)^2 = 1,764 \text{ kN/m}$$

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kereta dengan tinggi 2,00m diatas lantai jembatan $h = 2 \text{ m}$

Jarak antara sepur (*traack guage*) $x = ,067 \text{ m}$

Beban akibat transfer beban angin ke lantai jembatan,

$$Q_{EW} = 1/2 * h / x * T_{EW} = 1,65 \text{ kN/m}$$

g. Beban Gempa

Untuk jembatan yang memuat > 20 kereta api maka diambil faktor:

Kepentingan,

$$I = 1,0$$

Gaya gempa,

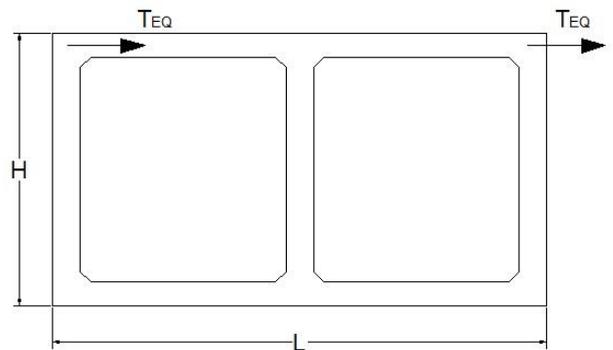
$$T_{EQ} = K_h * I *$$

$$W_t = 0,2115 * W_t$$

Gaya inersia akibat gempa didistribusikan pada joint pertemuan plat lantai dan plat dinding sebagai berikut :

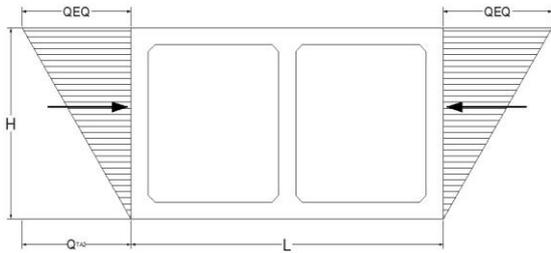
$$W_t = 1/2 * (Q_{MS} + Q_{MA}) * L + 1/2 * P_{MS} = 316,6 \text{ kN}$$

$$T_{EQ} = K_h * I * W_t = 66,96 \text{ kN}$$



Gambar 4.11 Gaya Geser Dasar Total

h. Tekanan Tanah Dinamis Akibat Gempa
 Gaya gempa arah lateral akibat tekanan tanah dinamis dihitung dengan menggunakan koefisien tekanan tanah dinamis.



Gambar 4.12 Beban Gempa Lateral

i. Kombinasi Beban Ultimit

Tabel 4.8 Beban Kombinasi

No	Jenis Beban	Faktor Beban	KOMB-1	KOMB-2	KOMB-3
AKSI TETAP					
1	Berat Sendiri (MS)	K_{MS}	1,30	1,30	1,30
2	Beban Mati Tambahan (MA)	K_{MA}	2,00	2,00	2,00
3	Tekanan Tanah (TA)	K_{TA}	1,25	1,25	1,25
AKSI TRANSIEN					
4	Beban Gandar (TT)	K_{TT}	2,00	1,00	
AKSI LINGKUNGAN					
5	Beban Angin (EW)	K_{EW}	1,00	1,20	
6	Pengaruh Temperatur (ET)	K_{ET}	1,00	1,20	
7	Beban Gempa Statistik (EQ)	K_{EQ}			1,00
8	Tekanan Tanah Dinamis (EQ)	K_{EQ}			1,00

4. Hasil Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan dilakukan dengan menggunakan program SAP2000 dengan pemodelan *frame-3D* untuk mendapatkan nilai momen, kombinasi momen ultimit dan reaksi tumpuan.

Tabel 4.9 Momen Plat Lantai Atap *Box Culvert*

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Berat Sendiri (MS)	K_{MS}	+101,100	-171,710
2	Beban Mati Tambahan (MA)	K_{MA}	+112,045	-190,044
3	Tekanan Tanah (TA)	K_{TA}	-0,161	-0,582
4	Beban Gandar (TT)	K_{TT}	+342,553	-694,268
5	Beban Angin (EW)	K_{EW}	+9,466	-16,056
6	Pengaruh Temperatur (ET)	K_{ET}	-0,171	-0,537
7	Beban Gempa Statistik (EQ)	K_{EQ}	-1,197	-8,266
8	Tekanan Tanah Dinamis (EQ)	K_{EQ}	-0,108	-0,435

Tabel 4.10 Momen Plat Dinding *Box Culvert*

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Berat Sendiri (MS)	K_{MS}	+0,103	+0,410
2	Beban Mati Tambahan (MA)	K_{MA}	+0,114	+0,454
3	Tekanan Tanah (TA)	K_{TA}	-62,451	+145,845
4	Beban Gandar (TT)	K_{TT}	+0,446	+1,760
5	Beban Angin (EW)	K_{EW}	+0,009	+0,038
6	Pengaruh Temperatur (ET)	K_{ET}	-0,154	-1,018
7	Beban Gempa Statistik (EQ)	K_{EQ}	+0,571	+5,727
8	Tekanan Tanah Dinamis (EQ)	K_{EQ}	-65,299	+155,656

Tabel 4.11 Kombinasi Beban Ultimit Plat Lantai Atap *Box Culvert*

No	Jenis Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Kombinasi 1	+1049,721	-2008,438
2	Kombinasi 2	+709,026	-1317,342
3	Kombinasi 3	+354,054	-612,091

Tabel 4.12

Kombinasi Beban Ultimit Plat Dinding *Box Culvert*

No	Jenis Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Kombinasi 1	-76,953	+178,814
2	Kombinasi 2	-77,428	+179,474
3	Kombinasi 3	-142,429	+292,259

Tabel 4.13 Reaksi Tumpuan

No	Jenis Beban	Tumpuan 1 ($P_1 = kN$)	Tumpuan 2 ($P_2 = kN$)	Tumpuan 3 ($P_3 = kN$)
1	KOMB-1	+3569,17	+7022,97	+3587,69
2	KOMB-2	+3003,66	+5890,31	+3022,18
3	KOMB-3	+2207,32	+4591,54	+2520,97

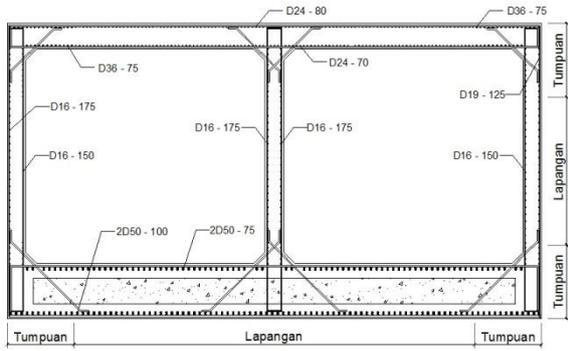
Jadi, untuk momen ultimit pada plat lantai atap *box culvert* diambil kombinasi 1 yang memiliki momen ultimit terbesar, yaitu momen ultimit lapangan (M_u)= +1049,721 kNm dan momen ultimit tumpuan (M_u)= -2008,438 kNm. Untuk momen ultimit pada plat dinding *box culvert* diambil kombinasi 3 yang memiliki momen ultimit terbesar, yaitu momen ultimit lapangan (M_u)= -142,429 kNm dan momen ultimit tumpuan (M_u)= +292,259 kNm. Dan untuk reaksi tumpuan diambil kombinasi 1, yaitu P_1 = +3569,17 kN; P_2 = +7022,97 kN dan P_3 = +3587,69 kN.

5. Perencanaan Pembesian

Perhitungan pembesian dilakukan agar dapat mengetahui jenis dan ukuran baja tulangan yang akan digunakan untuk dalam memikul momen dan gaya-gaya lain yang terjadi pada struktur *underpass*.

Tabel 4.14 Rekap Pembesian

Section	Tulangan Lapangan	Tulangan Tumpuan
Plat Lantai Atap	D24 - 80	D36 - 80
Plat Dinding	D16 - 175	D19 - 125
Plat Pondasi	2D50 - 100	



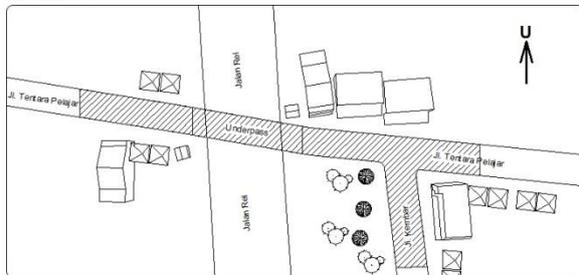
Gambar 4.13 Penulangan Box Culvert

6. Perencanaan Drainase

a. Data Perencanaan

- Tampilkan gambar site plan yang menunjukkan daerah tangkap hujan pada perencanaan *underpass*.
- Panjang satu sisi turunan *underpass* 53m, 159m bila tiga sisi ditambah *box culvert* 20m, jadi keseluruhannya 179m.
- Lebar turunan *underpass* 12 m.
- Direncanakan penampungan air hujan (*reservoir*) *underpass* menggunakan system pompa.
- Direncanakan aliran pembuangan pompa ke saluran drainase terdekat pada jalan Tentara Pelajar Kota Cirebon.

Berikut gambar *site plan* pada perencanaan drainase



Gambar 4.14 Site Plan Daerah Tangkap Curah Hujan

Tabel 4.15 Data Curah Hujan

No.	Tahun	Bulan												Rata-rata (mm)
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
1	2003	625,00	502,00	156,00	175,00	98,00	78,00	0,00	0,00	0,00	43,00	163,00	119,00	163,25
2	2004	657,00	487,00	464,00	125,00	172,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	352,00	199,58
3	2005	0,00	481,00	464,00	125,00	172,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	352,00	143,92
4	2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2007	238,50	199,50	172,50	152,00	26,50	40,00	31,00	0,00	0,00	55,00	71,00	251,00	103,08
6	2008	394,00	139,00	200,00	177,00	63,00	40,00	0,00	0,00	0,00	30,00	175,00	224,00	120,17
7	2009	69,00	144,00	32,00	33,00	36,00	16,00	0,00	0,00	0,00	5,00	94,00	67,00	41,33
8	2010	69,00	144,00	32,00	33,00	173,00	74,00	42,00	79,00	109,00	118,00	174,00	150,00	99,75
9	2011	191,00	135,00	280,00	303,00	55,00	91,00	9,00	0,00	0,00	27,00	77,00	275,00	120,25
10	2012	68,00	263,00	166,00	50,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	200,00	69,50
11	2013	343,00	259,00	272,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,83
Rata-rata bulan (mm)		241,32	250,32	209,50	106,64	77,77	33,64	7,45	7,18	9,91	25,27	92,82	180,91	

b. Perencanaan Dimensi Tampunguan Menggunakan 2 tampungan dengan dimensi : $P \times L \times T = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 7,2 \text{ m}^3$
 2 Tampungan = $2 \times 7,2 = 14,4 \text{ m}^3$

Jadi bila curah hujan $0,08 \text{ m}^3 / \text{Detik} = 4,8 \text{ m}^3 / \text{menit}$

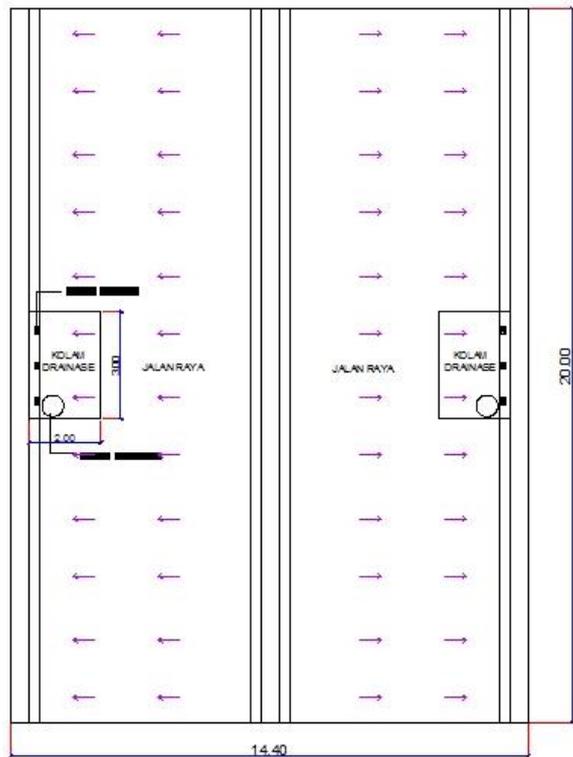
Dalam 1 menit hujan, tampungan dalam keadaan aman. Tampungan tidak aman dalam waktu 3 menit. Karena debit sudah mencapai $14,4 \text{ m}^3 / \text{menit}$

c. Penggunaan Pompa Air

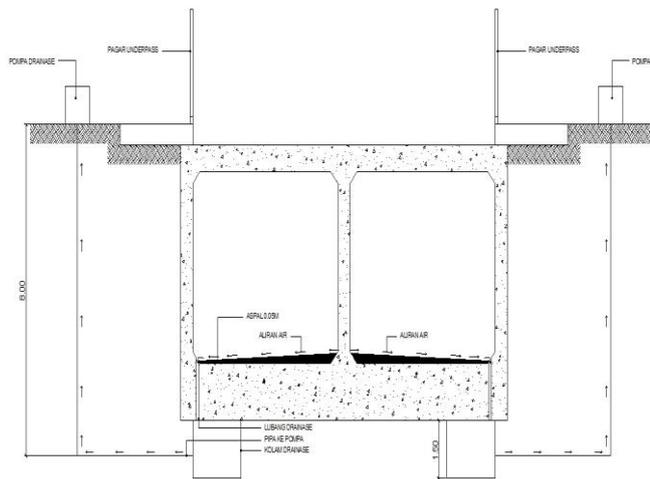
Menggunakan 2 pompa air dengan sistem otomatis. Dipasang *toosenclap* pada ujung pipa di bagian kolam penampungan. Agar pada saat pompa tidak berfungsi tetap menyimpan cadangan air. Agar pada saat hujan tiba pompa langsung beroperasi.

Tinggi angkatan air vertical setinggi 8 m, masih aman karena tinggi maksimal tarikan pompa pada umumnya adalah 9 m.

Berikut gambar skema perencanaan drainase *Underpass* Jalan Tentara Pelajar Kota Cirebon :



Gambar 4.15 Denah Perencanaan Drainase



Gambar 4.16 Potongan Perencanaan Drainase

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah Penulis melakukan berbagai rangkaian penulisan skripsi berupa pengumpulan data, analisis dan pembahasan mengenai Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang Jalan Tentara Pelajar. Maka, Penulis menarik suatu kesimpulan antara lain:

1. Jenis *box culvert* yang dipakai untuk Jalan Tentara Pelajar adalah jenis *double cell box culvert*.
2. Dimensi *underpass* dengan menggunakan bentang 13,5 meter, tebal plat atas 0,70 meter dan plat bawah 1,50 meter, tebal dinding samping dan dinding tengah 0,50 meter. Tinggi 7,20 meter dan panjang 20 meter.
3. Perencanaan *Underpass* menjadi solusi kemacetan dan kecelakaan perlintasan sebidang.
4. Perencanaan geometrik jalan menggunakan alinyemen vertikal dengan kemiringan 6° dan menghasilkan panjang cekungan 53 m pada salah satu sisi.
5. Dari penulangan struktur box culvert didapat hasil sebagai berikut:
 - a. Penulangan plat lantai atap mempunyai ketebalan 700 mm menggunakan tulangan D24-80 untuk lapangan tekan, tulangan D24-70 untuk lapangan tarik dan tulangan D36-80 untuk tumpuan.
 - b. Penulangan plat dinding mempunyai ketebalan 500 mm menggunakan tulangan D16-175 untuk lapangan tekan, tulangan D16-150 untuk lapangan tarik dan tulangan D19-125 untuk tumpuan.
 - c. Penulangan plat pondasi mempunyai ketebalan 1500 mm menggunakan tulangan 2D50-100 untuk tulangan tarik

dan tulangan 2D50-75 untuk tulangan tekan.

B. SARAN

Adapun saran yang dapat Penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan *underpass* harus memperhatikan kondisi eksisting yang ada terkait tata guna lahan dan harus menghindari fasilitas umum.
2. Perlu adanya suatu analisis drainase dan hidrologi lebih lanjut, karena dalam skripsi ini belum di bahas secara rinci.
3. Bila ingin direalisasikan perlu adanya kerjasama dari semua pihak, baik pemerintah terkait dan lembaga-lembaga Teknik lainnya yang mampu dan berkompeten baik di bidang struktur, bidang transportasi, bidang geologi teknik, bidang manajemen konstruksi, dan bidang bangunan air.

DAFTAR PUSTAKA

A. BUKU – BUKU

- Cirebonkota.bps.go.id/subyek/keadaan-geografis-kota-cirebon
- Kementerian Pekerjaan Umum, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
- Anonim. 2015. Pedoman Umum Penulisan Skripsi. Program studi teknik sipil fakultas teknik. Cirebon: Universitas Swadaya Gunung Jati.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung.
- Adiyatna Inggun. 2014. *Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (underpass) Di Jalan P. Drajat Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.

Deis I. R.. 2014. *Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (underpass) Di Jalan Kesambi Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.

<http://www.google.co.id/pengertian-pengembangan>. Diunduh tanggal 20 September 2015, Pukul 10.45 WIB

<http://www.google.co.id/pengertian-site-plan>. Diunduh tanggal 20 September 2015, Pukul 10.55 WIB

Khaeron Pramono. 2015. *Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (underpass) Di Jalan R.A Kartini Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.

B. PERUNDANG - UNDANGAN

Undang-undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian.

Undang-undang Tahun 2002 Tahun 2009 pasal 114 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ).

Undang-undang Nomor 15 ayat 1.

Undang-undang Nomor 13 tahun 1992 tentang perkeretaapian.

Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM 53 Tahun 2000.

Undang-undang Nomor. 23 Tahun 2007 pasal 91 tentang perkeretaapian.

C. LAIN – LAIN

<http://www.google.co.id/jenis-box-culvert>. Diunduh tanggal 20 September 2015, Pukul 10.33 WIB

<http://www.google.co.id/Pengertian-analisis-swot>. Diunduh tanggal 20 September 2015, Pukul 10.40 WIB

