

JURNAL KONSTRUKSI

ANALISIS PENGEMBANGAN JALAN TIDAK SEBIDANG(*UNDERPASS*) DI JALAN RAYA HAURGEULIS KABUPATEN INDRAMAYU

Faqih Mubarak Amin*, Saihul Anwar**

*) 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

Persimpangan jalan sebidang antara jalan raya dengan jalur kereta api yang mengakibatkan banyak permasalahan lalu lintas seperti kemacetan dan rawan akan kecelakaan seperti yang ada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu merupakan salah satu dari sekian banyaknya fenomena persimpangan jalan sebidang yang ada di Indonesia. Berdasarkan hukum yang ada, penelitian ini mengkaji tentang bagaimana cara mengatasi permasalahan di persimpangan jalan sebidang yang ada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu. Dalam perencanaannya, dibuat persimpangan tidak sebidang atau *underpass* dengan mengaplikasikan *double box culvert* sebagai terowongan jalan raya bawah permukaan tanah. Turunan *underpass* dibuat masing-masing sepanjang 70 m. Dimensi *box culvert* memiliki panjang 12 m, lebar keseluruhan 14,1 m, lebar dalam masing-masing 6 m, tebal pelat lantai, pelat dinding, dan pelat pondasi masing-masing 0,7 m dan tingginya 7,4 m. Penelitian ini menggunakan perhitungan manual yang berdasarkan pada SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013. Pada jalan raya yang berada di *box culvert* digunakan perkerasan kaku. Untuk perencanaan drainase digunakan 2 pompa air otomatis. Sementara pada dinding penahan tanah digunakan dinding kantilever yang terbuat dari beton bertulang

Kata kunci : *underpass, double box culvert, perhitungan manual, perkerasan kaku, perencanaan drainase, dinding penahan tanah.*

ABSTRACT

The pattern of a single plot of road intersection building used for twin functions at once, namely used for highway and railway crossing which can cause many traffic problems like congestion, traffic accidents and etc. like the road intersection at the highway of the central town of Haurgeulis City Indramayu District is one of how many phenomena of road intersections and railway crossroads existing in Indonesia. Based on the law of railroad system, this research reveals how to solve the problems of the single plot of road intersection located in the highway of the central town of Haurgeulis City Indramayu District. In early plan, the railroad crossing should not be built on the same plot together with the road intersection or highway. It should be built as underpass pattern applied to double box culvert as an underground tunnel highway. The derivation of the underpass should be made 70 meters long. The dimension of the box culvert should have length of 12 meters, the whole width should be 14.1 meters, each of the two interiors should be 6 meters wide. And the thickness of floor plates, wall plates and foundation plates, each of them should be 0.7 meters. While the height of the building should be 7.4 meters. This research uses manual calculation based on SNI 1726-2012 and SNI 2847-2013. The highway in the box culvert should be made as rigid pavement. For the layout of drainage, it is necessary to use 2 automatic water pumps. Whereas for fence wall of land, it should use cantilever wall made of reinforced concrete.

Keywords : *underpass, double box culvert, manual calculation, rigid pavement, layout of drainage and fence wall of land.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Indramayu merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Barat. Secara geografis Kabupaten Indramayu terletak membujur pada posisi $107^{\circ}52'$ - $108^{\circ}36'$ Bujur Timur dan $6^{\circ}15'$ - $6^{\circ}40'$ Lintang Selatan. Adapun batasan wilayah Kabupaten Indramayu yakni, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Cirebon dan Laut Jawa, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Subang, sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Majalengka, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Cirebon.

Kecamatan Haurgeulis merupakan wilayah kecamatan yang menjadi titik keramaian yang berada di ujung barat wilayah Kabupaten Indramayu. Hal ini disebabkan oleh Kecamatan Haurgeulis yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Subang melalui Sungai Cipunagara dengan menggunakan akses jalan Haurgeulis - Cipunagara. Meskipun tidak dilewati secara langsung oleh jalur Pantura, namun daerah Kecamatan Haurgeulis khususnya Jalan Raya Haurgeulis selalu ramai yang disebabkan oleh lalu-lalang kendaraan yang melintas baik yang hendak menuju Kabupaten Subang, menuju Kecamatan Gantar, menuju Desa Bantarwaru, ataupun yang hendak menuju Jakarta atau Kabupaten Cirebon, sehingga volume kendaraan di Jalan Raya Haurgeulis selalu bertambah dan ramai. Adapun penyebab lainnya yaitu terdapatnya pasar dan stasiun kereta api, sehingga banyaknya aktivitas kendaraan yang hendak melakukan bongkar muat barang dagangan di area perniagaan ataupun yang menuju atau dari stasiun kereta api.

Di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu tepatnya di jalur Patrol - Haurgeulis terdapat perlintasan kereta api yang berpotongan dengan jalan raya yang biasa disebut dengan perlintasan kereta api sebidang atau disebut juga dengan persimpangan jalur kereta api. Perlintasan kereta api sebidang adalah sebuah perlintasan jalur kereta api satu level (pada bidang persimpangan) dengan jalan, jalan setapak, atau jalur kereta api lain tanpa jalan lain dengan menggunakan jembatan atau penghubung. Dengan adanya perlintasan kereta api sebidang, resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas antara

kendaraan jalan raya dengan kereta api akan semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena pada perlintasan kereta api sebidang (*railway cross level*) terdapat pertemuan antara moda transportasi jalan raya dengan kereta api dalam satu bidang yang sama namun memiliki karakteristik pergerakan yang berbeda sehingga memiliki tingkat resiko tinggi untuk terjadinya kecelakaan lalu lintas di Jalan Raya Haurgeulis tersebut. Selain itu, perlintasan kereta api sebidang yang berada di Jalan Raya Haurgeulis juga dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas, sebab kereta api sangat diprioritaskan untuk melintas terlebih dahulu dibandingkan dengan kendaraan jalan raya sehingga dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas pada saat kendaraan jalan raya sedang menunggu melintasnya kereta api. Terlebih lagi di perlintasan kereta api sebidang yang berada di Jalan Raya Haurgeulis berdekatan dengan titik keramaian, yakni berupa pasar dan stasiun kereta api, yang mana hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan.

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) yang mewajibkan pengguna jalan raya untuk mendahulukan perjalanan kereta api. Pemerintah telah mengeluarkan kebijakan dalam Repelita IV PJKA diantaranya pada perlintasan sebidang antara jalan rel dengan jalan raya sebanyak mungkin dihindarkan dan digantikan oleh perlintasan tidak sebidang.\

B. Fokus Masalah

- Membuat konsep perencanaan jalan tidak sebidang (*underpass*) pada perlintasan kereta api sebidang yang berada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu.
- Mendesain konstruksi jalan tidak sebidang (*underpass*) yang kemudian memvisualisasikannya ke dalam bentuk penggambaran 2D dan 3D.
- Menghitung dinding penahan tanah (*retaining wall*).
- Menghitung drainase *underpass*.

C. Rumusan Masalah

Terdapat permasalahan di perlintasan kereta api sebidang yang berada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu berupa kemacetan lalu lintas dan rawan akan kecelakaan.

D. Batasan Masalah

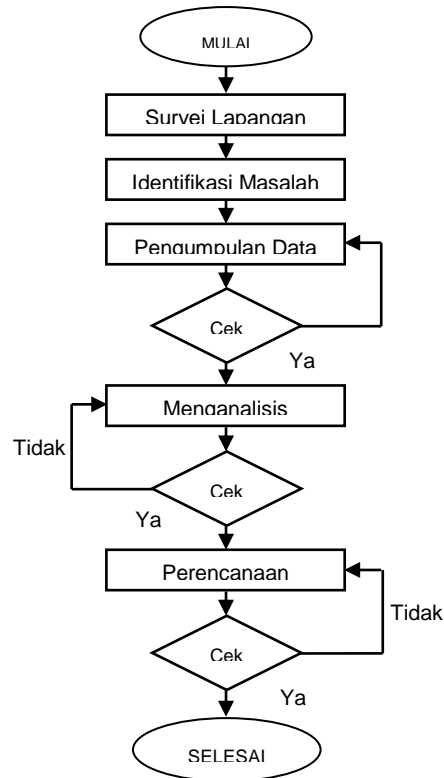
- Hanya merencanakan dan mendesain konstruksi jalan tidak sebidang (*underpass*) pada perlintasan kereta api yang berada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu jalur Patrol – Haurgeulis, tidak pada tempat lainnya.
- Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
- Tidak menghitung mekanika tanah.
- Tidak menghitung pembebasan lahan, ganti rugi dan lain sebagainya.

E. Tujuan Penelitian

- Mengidentifikasi masalah untuk pembangunan jalan tidak sebidang (*underpass*) pada perlintasan kereta api sebidang yang berada di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu.
- Mendesain gambar rencana (*site plan*), yang mencakup lalu lintas, pembebanan, drainase dan rekayasa lalu lintas.
- Mendesain struktur *underpass*.
- Menggambar struktur.

F. Kerangka Pemikiran Dan Hipotesis

1. Kerangka Pemikiran



Gambar 1.1. Kerangka Pemikiran

2. Hipotesis

- Pengembangan perlintasan jalan tidak sebidang (*underpass*) menggunakan perencanaan *double box culvert*.
- Analisis struktur menghitung *box culvert* dan dinding penahan tanah *underpass* menggunakan perhitungan manual.
- Perencanaan drainase menggunakan 2 pompa.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Kajian Pustaka

1. Penelitian Terdahulu

- Penelitian yang berjudul “**Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (*Underpass*) Di Jalan R.A. Kartini Kota Cirebon**”, oleh Khaeron Pramono.
- Penelitian yang berjudul “**Perencanaan *Underpass* Di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda**”, oleh Panangian Situmorang.
- Penelitian yang berjudul “**Analisis Pengembangan Jalan Tidak**

Sebidang *Underpass* Di Jalan P. Drajat Kota Cirebon”, oleh Inggun.

2. Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Perbedaannya terletak pada :

- Rekayasa lalu lintas
- Perhitungan manual
- Perencanaan drainase
- Pembahasan dinding penahan tanah.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Analisis

Analisis adalah uraian atau usaha mengetahui arti suatu keadaan, data atau bahan keterangan mengenai suatu keadaan diurai dan diselidiki hubungannya satu sama lain. (Suwardjoko Warpani, 1980:1)

Menurut Anne Gregory, analisis merupakan langkah pertama dari proses perencanaan. Analisis diperlukan dalam melakukan perencanaan khususnya untuk perencanaan pengembangan baik suatu wilayah maupun suatu konstruksi bangunan. Sehingga perencanaan pengembangan tersebut dapat dilakukan secara optimal.

2. Pengertian Pengembangan

Menurut Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengembangan didefinisikan sebagai proses, cara, perbuatan mengembangkan.

3. Pengertian Persimpangan

Menurut Studi *Transportation Engineering I* DLLAJR (1987), persimpangan adalah titik pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan dimana lintasan-lintasan kendaraan yang saling berpotongan. Persimpangan merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya daerah perkotaan.

4. Desain Konstruksi

Desain konstruksi pada struktur *underpass* ini terdiri dari desain bangunan atas berupa pelat lantai dan desain bangunan bawah berupa pelat dinding dan pelat pondasi.

5. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah struktur yang dibangun dengan tujuan menahan atau memberi kekangan lateral satu sisi untuk tanah atau material berbutir lainnya. Dalam perencanaannya, dinding penahan tanah harus aman terhadap bahaya penggulingan, penggeseran dan penurunan konstruksi.

6. Perencanaan Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. (Dr. Ir. Suripin, M. Eng. 2004 : 7).

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian Yang Digunakan

1. Metode kuantitatif yaitu metode yang dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan perencanaan.
2. Metode kualitatif adalah metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data lapangan yang akan digunakan sebagai data dalam obyek.

B. Jenis Dan Sumber Data

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi rencana maupun hasil survei yang dapat langsung dipergunakan sebagai sumber dalam perencanaan. Melalui pengamatan langsung di lapangan mencakup :

- Kondisi lalu lintas Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu jalur Patrol – Haurgeulis pada umumnya.
- Kondisi persimpangan kereta api sebidang di Jalan Raya Haurgeulis

Kabupaten Indramayu jalur Patrol – Haurgeulis pada khususnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan laporan skripsi, yang dapat diperoleh dari instansi-instansi yang terkait.

C. Metodologi Penelitian

- Persiapan survei dan identifikasi lapangan.
- Mencari data primer dan data sekunder pada instansi dan dinas terkait yang diperlukan untuk melengkapi data yang dibutuhkan dalam penyusunan skripsi.
- Melakukan analisis dari data-data yang didapat melalui identifikasi permasalahan dan membuat perumusan.
- Perencanaan *site plan* Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu pada umumnya dan persimpangan kereta khususnya.
- Mendesain dan membuat perhitungan struktur *underpass*, perhitungan rekayasa lalu lintas, perhitungan alinyemen vertikal, perhitungan perkerasan jalan dan perencanaan drainase.
- Membuat gambar kerja 2D dan 3D.
- Mengambil kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

D. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

2. Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2016																								
		Juni			Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember						
1.	Pengajuan Proposal Skripsi	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
2.	Waktu Sidang Proposal Skripsi																									
3.	SK Bimbingan Skripsi																									
4.	Pembuatan Skripsi																									
5.	Bimbingan Skripsi																									
6.	Waktu Seminar Skripsi																									
7.	Waktu Sidang Skripsi																									
8.	Wisuda Kelulusan																									

Tabel 3.1 Waktu Perencanaan Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Umum

Secara geografis, Kabupaten Indramayu berada pada posisi 107°52’ – 108°36’ Bujur Timur dan 06°15’ – 06°40’ Lintang Selatan, yang memiliki luas wilayah 209,942 Ha, dengan panjang garis pantai 147 Km yang membentang sepanjang pantai utara antara Kabupaten Cirebon sampai dengan Kabupaten Subang.

Dalam hal klimatologi, Kabupaten Indramayu memiliki curah hujan rata-rata tahunan 1.428,45 mm dengan jumlah hari hujan 75 hari. Curah hujan minimum adalah 47 mm yang terjadi pada bulan Desember, sedangkan curan hujan maksimumnya ialah 6.024 mm yang terjadi pada bulan Februari. Tipe iklim di Kabupaten Indramayu menurut klasifikasi Scmid dan Ferguson termasuk dalam iklim tipe D atau iklim sedang, dengan suhu udara berkisar antara 27° – 34° C, dengan

suhu tertinggi 30° C dan yang terendah 18° C.

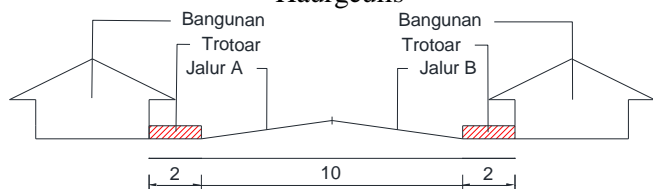
2. Demografi Kabupaten Indramayu

Jumlah penduduk Kabupaten Indramayu tahun 2010 sebanyak 1.668.395 jiwa, dengan komposisi jumlah laki-laki sebanyak 858.942 jiwa dan jumlah perempuan sebanyak 809.453 jiwa. Jumlah rumah tangga Kabupaten Indramayu tahun 2010 sebanyak 488.546 kepala keluarga.

3. Kondisi Eksistensi Jalan Raya Haurgeulis

Nama Jalan	Status Jalan	Lebar Jalan	Lebar Trotoar	Jumlah Lajur Dan Arah
Jalan Raya Haurgeulis	Kolektor Primer	10 m	2 m	2/2 UD

Tabel 4.1 Data Geometrik Jalan Raya Haurgeulis



Gambar 4.1 Penampang Melintang Jalan Raya Haurgeulis

4. Volume Lalu Lintas Jam Puncak

Berdasarkan survei dari hari Sabtu tanggal 28 Mei 2016 hingga hari Jum'at tanggal 03 Juni 2016, bahwa hari Minggu dari jam 17.00 – 18.00 WIB merupakan volume lalu lintas jam puncak Jalan Raya Haurgeulis.

5. Kondisi Perlintasan Kereta Api

Kondisi rel kereta api di Jalan Raya Haurgeulis ada 2 jalur yaitu rel kereta api jalur utara dan rel kereta api jalur selatan. Rel kereta api jalur utara dan rel kereta api jalur selatan kondisi relnya masih cukup layak untuk dilintasi kereta api penumpang maupun barang.



Gambar 4.2 Kondisi Jalan Rel Kereta Api Jalur Utara Dan Selatan Di Jalan Raya Haurgeulis

6. Pertimbangan Pembangunan *Underpass*

Pembangunan *underpass* memerlukan pertimbangan yang matang khususnya bagi masyarakat sekitar yang mendapatkan dampaknya seperti halnya pada area rumah warga dan ruko-ruko yang berada di sisi Jalan Raya Haurgeulis dengan perbedaan elevasi menjadi permasalahan bagi pembangunan *underpass* ini. Solusi untuk permukiman rumah warga dan ruko-ruko yang berada di lingkup pembangunan *underpass* yaitu dengan dibuatkan jalan setapak antara tepi *underpass* dan rumah warga pada area depan rumah sehingga masyarakat bisa beraktifitas seperti biasa dengan aman dan nyaman.

B. PEMBAHASAN

1. Desain *Underpass*

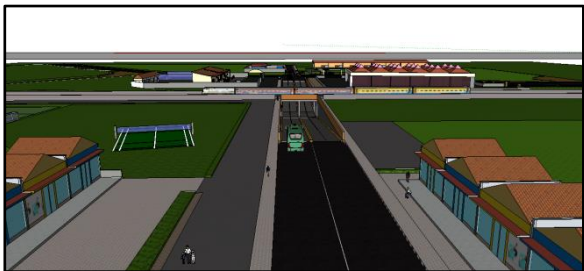
Desain *underpass* yang dibuat ialah desain yang memperhatikan beberapa aspek, yakni aspek teknis, aspek ekonomis, aspek lingkungan dan aspek budaya.



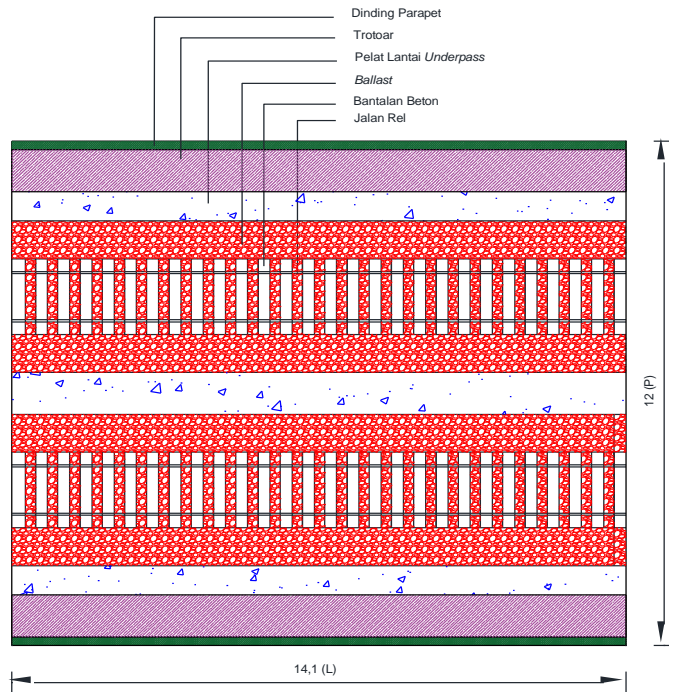
Gambar 4.3 Tampak Atas Perencanaan *Underpass*



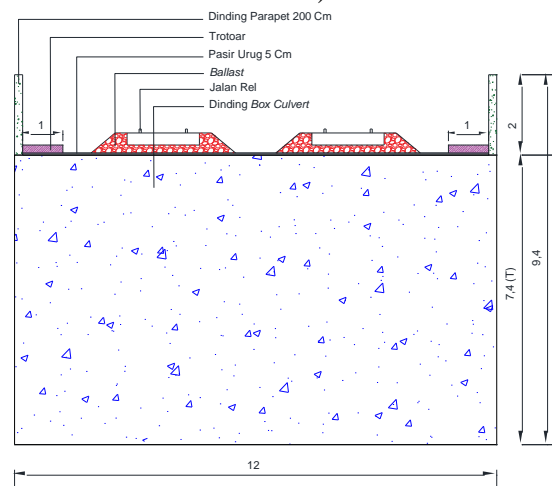
Gambar 4.4 Tampak Depan Dari Arah Subang Perencanaan *Underpass*



Gambar 4.5 Tampak Depan Dari Arah Patrol Perencanaan *Underpass*

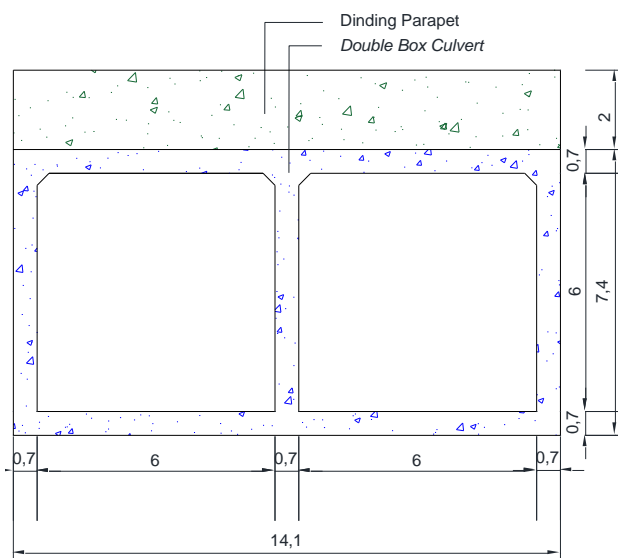


Gambar 4.7 Tampak Atas *Box Culvert* (Sisi Terluar)



Gambar 4.8 Tampak Samping *Box Culvert* (Sisi Terluar)

2. Desain Double Box Culvert



Gambar 4.6 Tampak Muka *Box Culvert* (Sisi Terluar)

No.	Keterangan	Lambang	Nilai	Satuan
1.	Lebar <i>Box Culvert</i> Keseluruhan	L	14,1	m

2.	Tinggi Box Culvert Keseluruhan	H	7,4	m
3.	Lebar Box Culvert (Sisi Dalam)	L'	6	m
4.	Tinggi Box Culvert (Sisi Dalam)	H'	6	m
5.	Tebal Pelat Lantai	h ¹	0,7	m
6.	Tebal Pelat Dinding	h ²	0,7	m
7.	Tebal Pelat Pondasi	h ³	0,7	m
8.	Tebal Selimut Beton	Ts	0,075	m
9.	Tinggi Genangan Air Hujan	Th	0,05	m

Tabel 4.2 Dimensi Box Culvert

No.	Material	Lambang	Berat Jenis	Satuan
1.	Beton Bertulang	Wc	24	kN/m ³
2.	Beton Tidak Bertulang	Wc'	22	kN/m ³
3.	Aspal Padat	Wa	22	kN/m ³
4.	Air	Ww	10	kN/m ³
5.	Tanah Dipadatkan	Ws	17,2	kN/m ³
6.	Tanah Asli	Ws'	18	kN/m ³
7.	Baja	Wst	78,5	kN/m ³
8.	Kerikil	Wgr	18	kN/m ³
9.	Pasir	Wsd	14	kN/m ³

Tabel 4.3 Berat Jenis Bahan Struktur

3. Analisis Pembebanan

a. Beban Mati

1). Beban Sendiri

No.	Bagian Struktur	Berat	Satuan
1.	Pelat Lantai	16,8	kN/m
2.	Pelat Dinding	124,3 2	kN/m
W_D =		141,1 2	kN/m

Tabel 4.4 Kombinasi Beban Sendiri

2). Beban Mati Tambahan

No.	Jenis Elemen Non Struktural	Massa			Berat Jenis (kN/m)	Berat Elemen	Satuan
		Dimensi	cm / cm ²	m			
1.	Dinding Parapet	Tebal	70	0,7000	24	16,8	kN/m ²
2.	Trotoar	Tebal	20	0,2000	22	4,4	kN/m ²
3.	Ballast	Tebal	30	0,3000	18	5,4	kN/m ²
4.	Rel 54	Luas	69,34	0,0069	78,5	0,54	kN/m ²
5.	Bantalan Beton	Tebal	20	0,2000	24	4,8	kN/m ²
6.	Pasir Urug	Tebal	5	0,0500	14	0,7	kN/m ²
7.	Air	Tinggi	5	0,0500	10	0,5	kN/m ²
8.	Instalasi (ME)					0,25	kN/m ²
					Q _{MA} / W _D =	33,39	kN/m ²

Tabel 4.5 Kombinasi Beban Mati Tambahan

b. Beban Hidup

Berat Gandar Lokomotif CC.202	160,72	kN/m
Beban Hidup Menurut PPPURG 1987	5,0	kN/m
WL =	165,72	kN/m

Tabel 4.6 Kombinasi Beban Hidup

c. Beban Angin

$$Q_{EW} = \frac{1}{2} \frac{h}{x} \times T_{EW} = 0,030 \text{ kN/m}$$

Dimana :

h = Tinggi vertikal tiupan angin pada bidang samping kendaraan

x = Jarak antar roda

T_{EW} = Kecepatan tiupan angin

d. Beban Gempa

1). Beban Gempa Statik Ekuivalen (T_{EQ})

$$T_{EQ} = K_h \cdot I \cdot W_t$$

Dengan $K_h = C \cdot S$

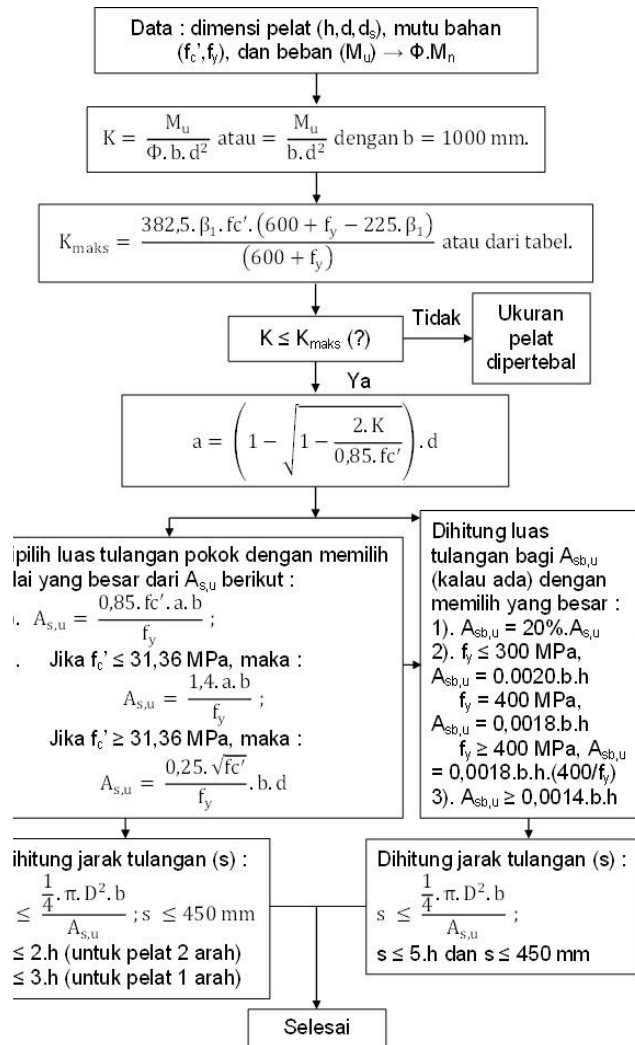
Dimana :

- T_{EQ} = Gaya geser dasar total pada arah yang ditinjau (kN)
- K_h = Koefisien beban gempa horizontal
- I = Faktor keutamaan
- W_t = Berat total struktur berupa beban sendiri dan beban mati tambahan
- C = Koefisien geser dasar untuk wilayah gempa, waktu getar dan kondisi tanah
- S = Faktor tipe struktur yang berhubungan dengan kapasitas penyerapan energi gempa (daktilitas) dari struktur *underpass*.

4. Perhitungan Manual Box Culvert

a. Pelat Lantai

1). Menghitung Tulangan Pelat Lantai



Gambar 4.9 Skema Perhitungan Tulangan Pelat

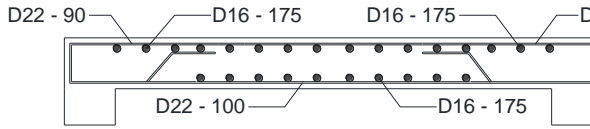
Momen ultimit/perlu pada lapangan, $(M_u^{(+)}) = 533,652 \text{ kN/m}$

Momen ultimit/perlu pada tumpuan, $(M_u^{(+)}) = 1067,305 \text{ kN/m}$

Hasil tulangan yang didapat dari perhitungan di atas :

- Tulangan lapangan :
 - Tulangan pokok = D22 – 145 = 2620,276 mm²
 - Tulangan bagi

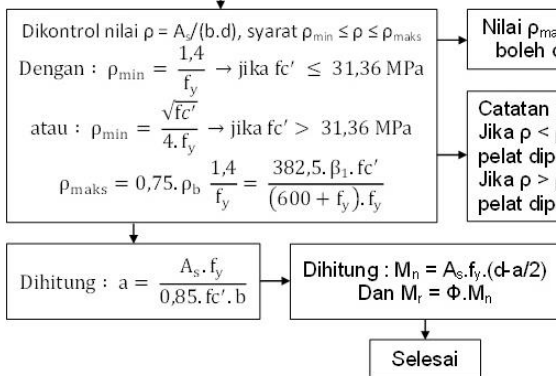
- = D16 - 175 = 1148,343 mm²
- Tulangan tumpuan :
 - Tulangan pokok = D22 - 70 = 5427,714 mm²
 - Tulangan bagi = D16 - 175 = 1148,343 mm²



Gambar 4.10 Tulangan Pelat Lantai

2). Menghitung Momen Dukung Pelat (M_r)

Data : dimensi pelat (h,d,d_s), mutu bahan (f_c', f_y), dan beban (A_s)

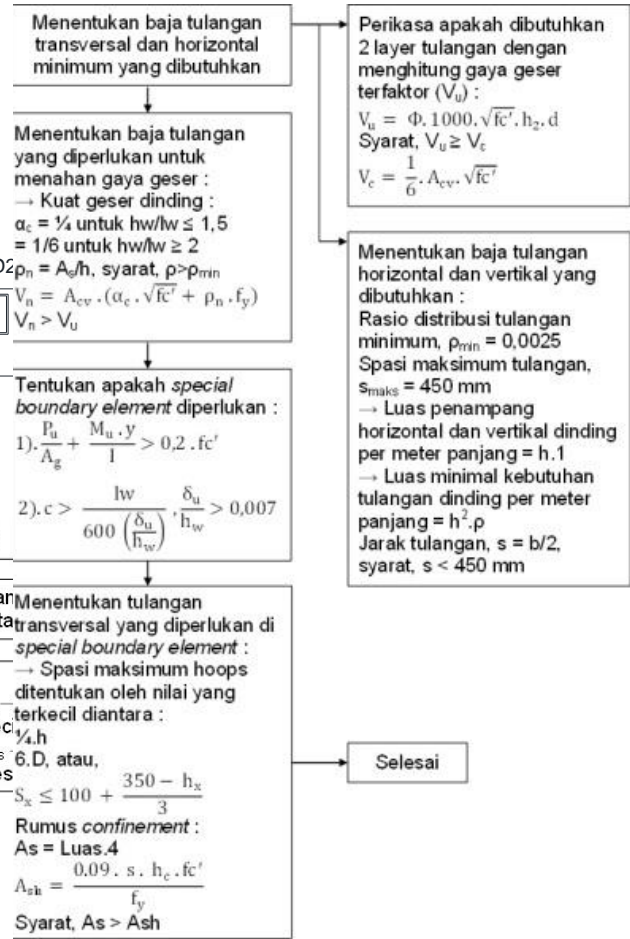


Gambar 4.11 Skema Perhitungan Momen Rencana Pelat Lantai

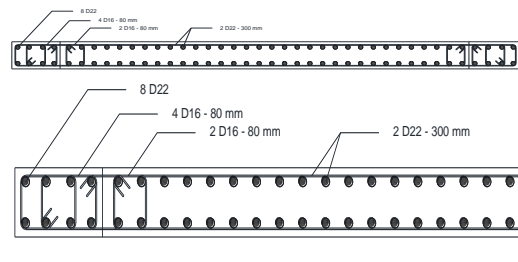
Momen rencana yang didapat :

Momen lapangan = M_r = 546,223 kNm

Momen Tumpuan = M_r = 1097,429 kNm



Gambar 4.12 Skema Perhitungan Tulangan Pelat Dinding



Gambar 4.13 Tampak Atas Tulangan Pelat Dinding

b. Pelat Dinding

1). Perhitungan Tulangan Pelat Dinding

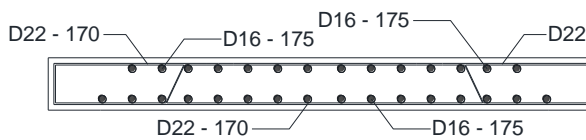
c. Pelat Pondasi

1). Perhitungan Tulangan Pelat Pondasi

Pelat pondasi merupakan pelat dengan empat tumpuan sejajar. Pada dasarnya perhitungan tulangan pelat pondasi sama dengan perhitungan pelat lantai, hanya saja kondisi tumpuan pada pelat lantai ini bersifat terletak bebas, sehingga untuk mengetahui momen pelat pada arah x dan y dapat dilihat di tabel penentuan momen pelat (PBI-1971).

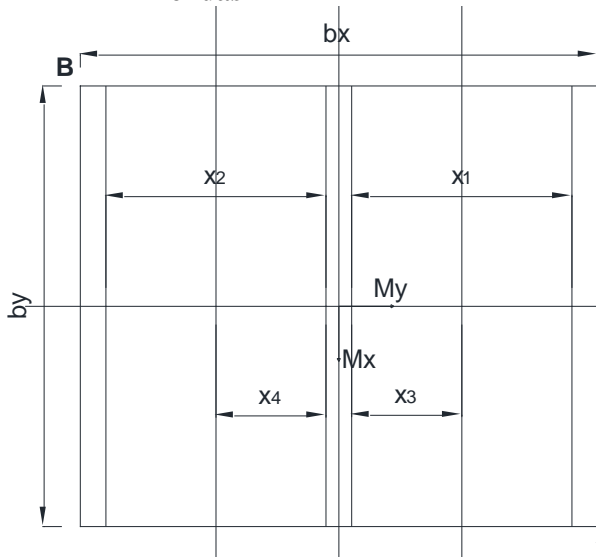
Tulangan yang didapat :

- Tulangan pokok
= D22 - 170 = 2234,941 mm²
- Tulangan bagi
= D16 - 175 = 1148,343 mm².

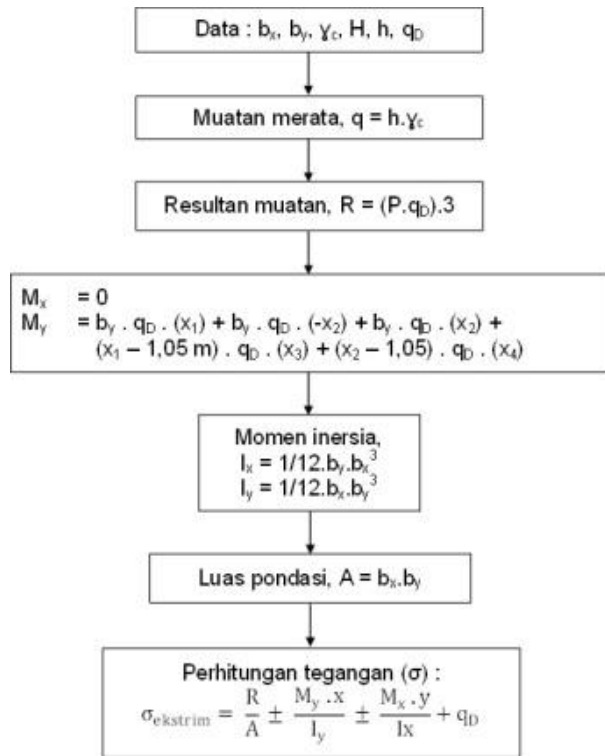


Gambar 4.14 Tulangan Pelat Pondasi

2). Perhitungan Tegangan Pelat Pondasi



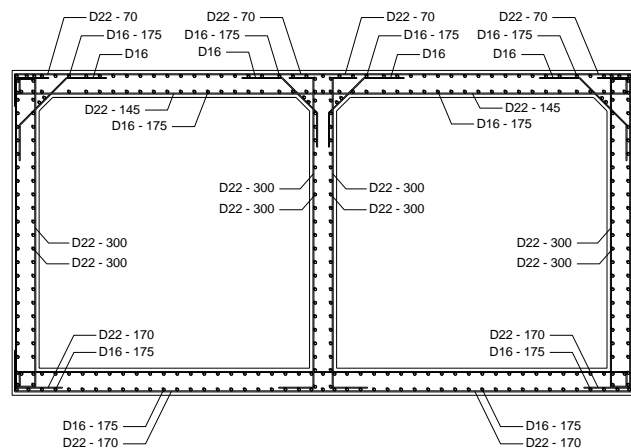
Gambar 4.15 Pelat Pondasi



Gambar 4.16 Skema Perhitungan Tegangan Pelat Pondasi

Tegangan yang diperoleh :

Tegangan maksimum, $\sigma_{maks} = 15,738 \text{ ton/m}^2$
 Tegangan minimum, $\sigma_{min} = 14,416 \text{ ton/m}^2$.



Gambar 4.17 Tulangan Box Culvert

5. Perhitungan Perkerasan Kaku

a. Data Perencanaan

No.	Jenis Data	Notasi	Keterangan
1.	Kuat Tarik Lentur Beton	MR	50 kg/cm
2.	Pertumbuhan Lalu Lintas	I	3%/Tahun
3.	Umur Rencana	Ur	20 Tahun
4.	Pondasi Bawah		10 cm (Sirtu)
5.	Fungsi Jalan		Kolektor Primer

Tabel 4.7 Data Perencanaan Perkerasan Jalan

b. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

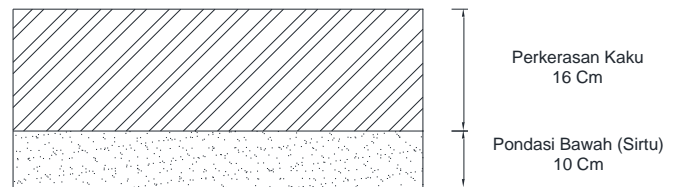
No.	Jenis Kendaraan	Kendaraan (Ton)	Angka Berat Kendaraan	Arah Kendaraan / Hari / 2
1.	Kendaraan Ringan	2	1 + 1	37715
2.	Bus	8	3 + 5	167
3.	Truk 2 As	13	5 + 8	669
4.	Truk 3 As	20	6 + 7.2	-
5.	Truk 5 As	30	6 + 7.2 + 5.2	-

Tabel 4.8 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

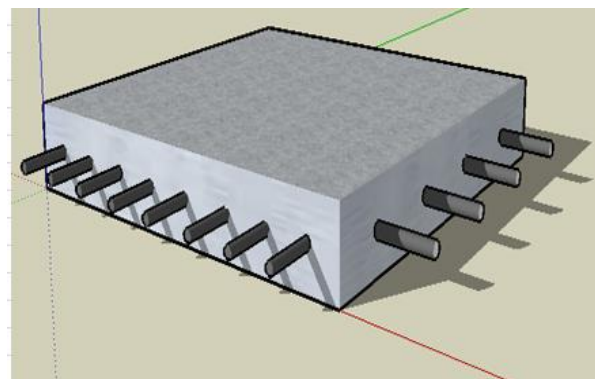
c. Perhitungan



Gambar 4.18 Skema Perhitungan Perkerasan Kaku



Gambar 4.19 Lapisan Perkerasan

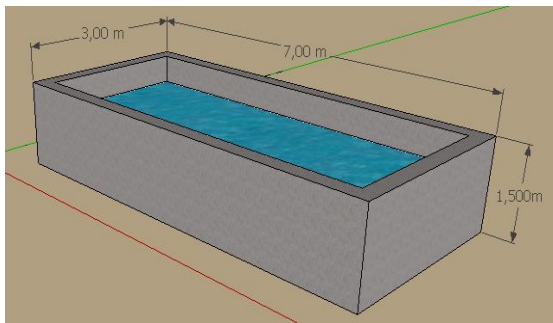


Gambar 4.20 Hasil Penulangan Beton Bersambung Dalam Bentuk 3D

6. PERENCANAAN DRAINASE

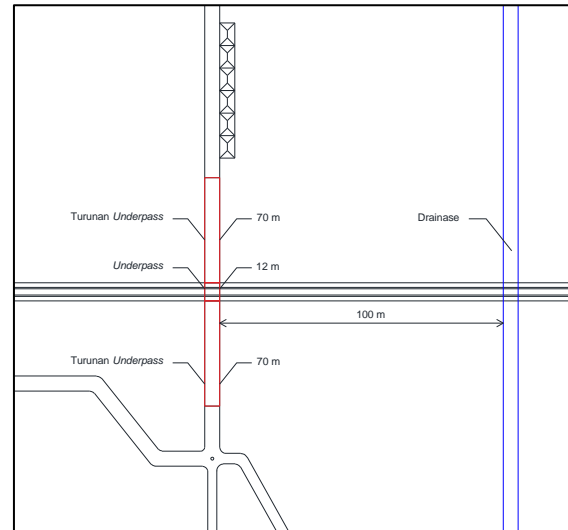
a. Perencanaan

- Direncanakan penampungan air hujan (*reservoir*) *underpass* menggunakan sistem pompa.
- Direncanakan jika air yang berada di dalam penampungan telah melebihi kapasitas, maka air tersebut akan dipompa kemudian dialirkan untuk dibuang ke saluran drainase yang berada sekitar 100 meter dari Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu.
- Menggunakan 2 tampungan dengan dimensi :
 $P \times L \times T$ (tinggi jagaan) = $7 \times 3 \times 1,5 = 31,5 \text{ m}^3$.
 Jika 2 tampungan = $31,5 \times 2 = 63 \text{ m}^3$.
- Jadi bila curah hujan $0,105 \text{ m}^3/\text{detik} = 6,3 \text{ m}^3/\text{menit}$.
- Dalam satu menit hujan, tampungan masih dalam keadaan aman. Namun, tampungan sudah dalam keadaan tidak aman jika hujan terus mengguyur struktur *underpass* selama 9 menit. Karena debit air di tampungan sudah mencapai $56,7 \text{ m}^3/\text{menit}$.



Gambar 4.21 Tampungan Drainase

b. Kondisi Perencanaan



Gambar 4.22 Site Plan Daerah Tangkap Hujan

Bulan	Minimal	Maksimal	Rata-Rata	Standar Deviasi
Januari	189,00	461,00	284,70	57,14
Februari	132,00	245,00	182,22	29,00
Maret	77,00	246,00	141,30	41,02
April	59,00	192,00	136,44	32,36
Mei	32,00	109,00	69,96	20,43
Juni	17,00	103,00	49,30	20,00
Juli	,00	33,00	16,78	8,74
Agustus	,00	19,00	6,74	6,60
September	,00	23,00	5,19	5,80
Oktober	24,00	126,00	57,59	25,19
November	67,00	211,00	149,26	36,79
Desember	96,00	287,00	190,07	44,28

- Kondisi jalan aspal, aspal = C dengan koefisien = 0,70.
- Luas daerah tangkap hujan, $A = P \times L = 162 \times 12 = 1944 \text{ m}^2$.
- Koefisien pengaliran rata-rata,

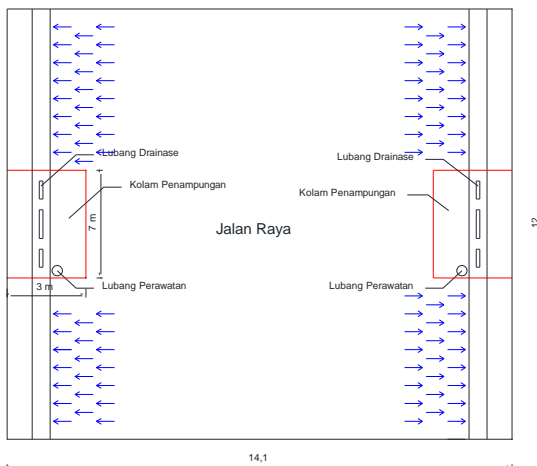
$$C = \frac{C1 \times A1}{A1} = 0,7$$

- Besarnya data hujan terbesar $I = 284,70 \text{ mm}$
- Menghitung besarnya debit (Q), diketahui :

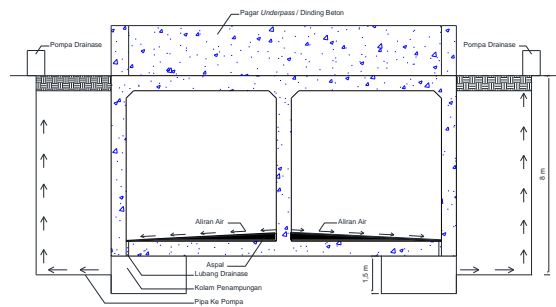
$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A = 0,105 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

c. Penggunaan Pompa Air

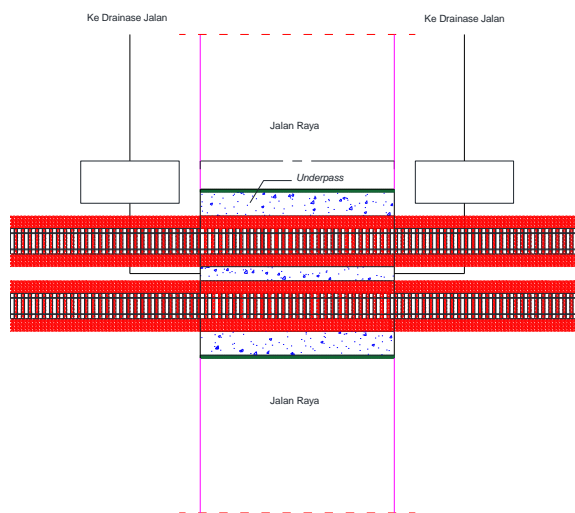
- Menggunakan 2 pompa air dengan sistem otomatis.
- Pemompaan dilakukan setiap 7 menit sekali menggunakan pompa air Torishima CA pump tipe CAR.
- Tinggi angkatan air vertikal setinggi 8 m.



Gambar 4.23 Denah Perencanaan Drainase (Bagian *Box Culvert* Pada Jalan Raya)



Gambar 4.24 Potongan Perencanaan Drainase

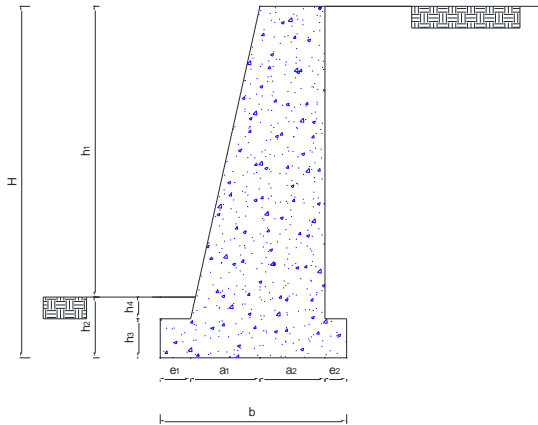


Gambar 4.25 Denah Perencanaan Drainase (Bagian *Box Culvert* Pada Jalan Rel)



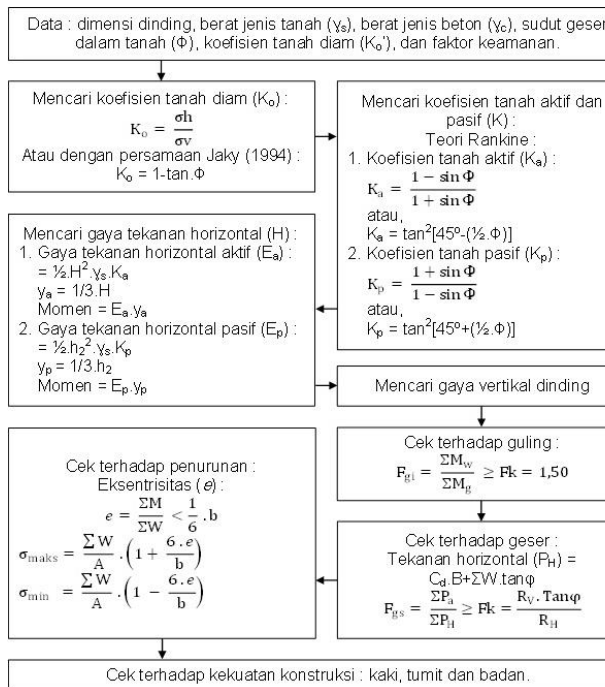
Gambar 4.26 Mesin Pompa Air Torishima CA Pump Tipe CAR

7. Perhitungan Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.27 Desain Dinding Penahan Tanah

a. Analisis Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.28 Tahapan Analisis Dinding Penahan Tanah

1). Cek Terhadap Penggulingan

- Stabilitas guling diperoleh :

$$F_{gi} = \frac{\sum M_w}{\sum M_g} = 2,403 \geq Fk = 1,50 \rightarrow \text{Aman!}$$

2). Cek Terhadap Penggeseran

- Faktor keamanan geser :
 $Fk = \frac{R_v \cdot \tan \phi}{R_H} = 1,18$
- Tekanan horizontal :
 $P_H = C_d \cdot B + \sum w \cdot \tan \phi = 105,218 \text{ kN} = 10,522 \text{ Ton}$
- Stabilitas geser diperoleh :
 $F_{gs} = \frac{\sum P_a}{\sum P_H} = 2,120 \geq Fk = 1,18 \rightarrow \text{Aman!}$

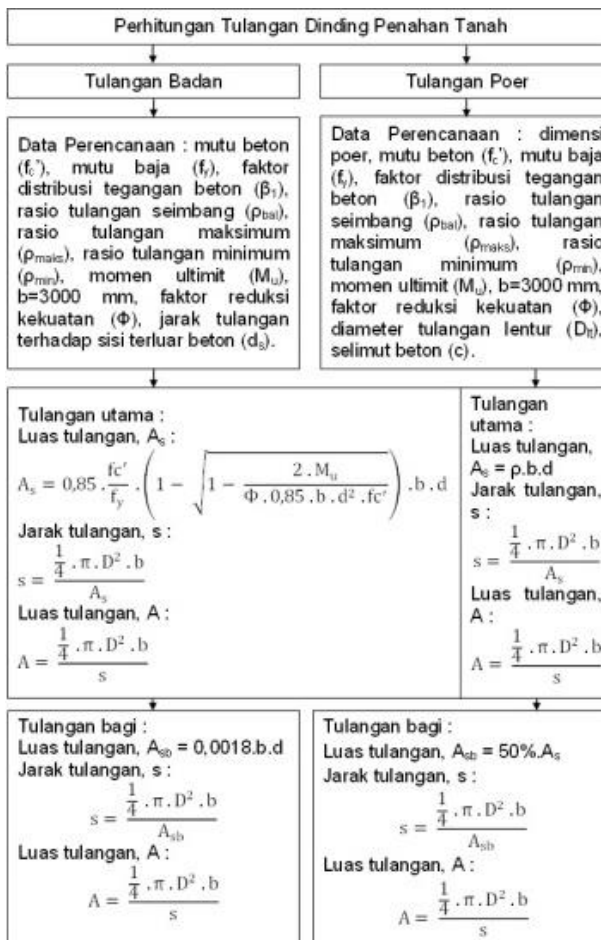
3). Cek Terhadap Penurunan Eksentrisitas (e)

$$e = \frac{\sum M}{\sum W} = 0,505 \text{ m} < \frac{1}{6} \cdot b = 0,717 \text{ m} \rightarrow \text{Aman!}$$

$$\sigma_{maks} = \frac{\sum W}{A} \cdot (1 + \frac{6 \cdot e}{b}) = 14,702 \text{ Ton/m}^2 < 20 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum W}{A} \cdot (1 - \frac{6 \cdot e}{b}) = 2,547 \text{ Ton/m}^2 > 0 < 20 \text{ Ton/m}^2 \rightarrow \text{Aman!}$$

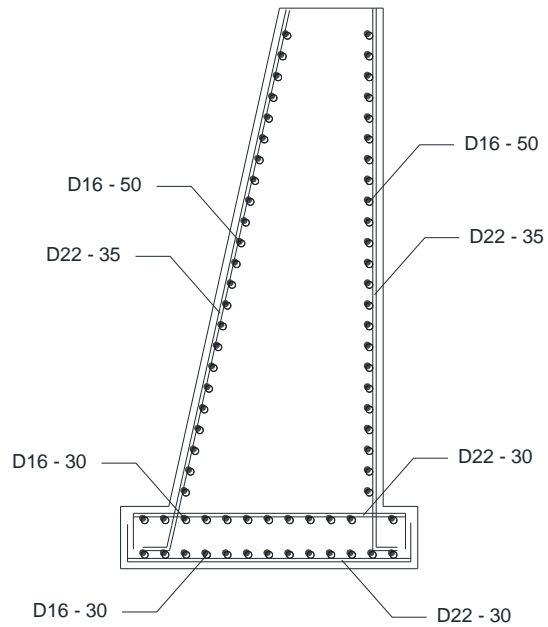
b. Perhitungan Tulangan Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.29 Skema Perhitungan Tulangan Dinding Penahan Tanah

Dari perhitungan di atas, didapat tulangan :

- Tulangan badan :
 - Tulangan utama (A_s) = D22 – 35 = 32566,286 mm²
 - Tulangan bagi (A_{sb}) = D16 – 50 = 12057,6 mm²
- Tulangan poer :
 - Tulangan utama (A_s) = D22 – 30 = 60157,167 mm²
 - Tulangan bagi (A_{sb}) = D16 – 30 = 31818,667 mm²



Gambar 4.30 Tulangan Dinding Penahan Tanah

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Perencanaan *underpass* ini menggunakan *double box culvert*. Hal ini dikarenakan terdapatnya peningkatan jalan di area *underpass* berupa pelebaran jalan eksistensi, yang mana lebar jalan sebelumnya hanya 10 meter ditingkatkan menjadi 12 meter.
2. Tinggi lorong *box culvert* mencapai 6 meter, sehingga mobil truk besar ataupun bis dapat melintasi daerah tersebut dengan aman. Ketinggian lorong *box culvert* ini juga didasari oleh banyaknya mobil truk yang bermuatan hingga melebihi kapasitas, sehingga tinggi truk menjadi bertambah.
3. Melihat dari sudut pandang keamanan berkendara, pada perencanaan *underpass* ini dilakukan rekayasa lalu lintas untuk membuat daerah jalan turunan *underpass (ramp)* dengan cara merubah pergerakan arah lalu lintas yang sudah ada sebelumnya. Yakni dengan cara memindahkan mundur pertemuan antara tiga ruas jalan, yakni jalan arah Gantar, jalan arah Bantarwaru dan jalan arah Subang sejauh 65 meter dari titik pertemuan awal. Hal ini dilakukan karena kondisi eksistensi jalan yang sudah ada sekarang hanya

- berjarak 35 meter dari ujung underpass ke persimpangan jalan, sehingga tidak dimungkinkan untuk dibuat turunan karena faktor keamanan, kenyamanan dan jarak pandang.
4. Panjang total perencanaan struktur *underpass* pada persimpangan kereta api di Jalan Raya Haurgeulis Kabupaten Indramayu ialah mencapai 152 meter, yakni terdiri dari :
 - Ramp arah Patrol = 70 m
 - Ramp arah Subang = 70 m
 - Panjang struktur *double box culvert* = 12 m.
 5. Pada pelat lantai digunakan tulangan ulir D22 sebagai tulangan utama dan tulangan ulir D16 sebagai tulangan bagi pada momen lapangan dan tumpuannya.
 6. Pada pelat dinding digunakan 2 layer tulangan dengan tulangan ulir D22 sebagai tulangan utamanya dan tulangan ulir D16 sebagai tulangan bagi.
 7. Pada pelat pondasi digunakan tulangan ulir D22 sebagai tulangan utama dan tulangan D16 sebagai tulangan bagi pada momen lapangan dan tumpuannya.
 8. Perencanaan drainase yang dibuat ialah drainase yang memiliki fungsi *single purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan yakni air hujan. Dalam penerapannya direncanakan aliran air hujan nantinya akan dialirkan ke kolam penampungan yang berdimensi 7 m x 3 m x 1,5 m, kemudian setiap 7 menit sekali air tersebut akan dipompa ke atas dengan menggunakan 2 pompa otomatis, setelah itu air dialirkan ke drainase terdekat yang berada di dekat lokasi penelitian.
 9. Desain struktur dinding penahan tanah sudah aman terhadap bahaya guling, geser dan penurunan struktur.

B. SARAN

1. Perencanaan *underpass* harus memperhatikan kondisi eksistensi yang ada terkait dengan tata guna lahan dan harus menghindari fasilitas umum.
2. Pemodelan dan pembebanan sangat berpengaruh besar terhadap benar atau tidaknya hasil perhitungan yang akan diperoleh. Kesalahan pada kedua hal tersebut mengakibatkan kesalahan pada dimensi akhir.
3. Sebelum merencanakan struktur *underpass* hendaknya didahului dengan studi kelayakan agar pada perhitungan struktur nantinya dapat diperoleh hasil yang memuaskan baik dari segi mutu, biaya, maupun waktu.
4. Perlu dilakukan analisis perhitungan dengan metode lainnya atau dengan bantuan *software* yang mana hasilnya nanti akan digunakan sebagai pembandingan antara hasil yang benar dengan yang salah.
5. Jika ingin direalisasikan perencanaan *underpass* di persimpangan ini, harus juga mempertimbangkan aspek biaya (RAB) dengan meminimalkan biaya dan waktu pelaksanaan serta mutu yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. 2010. Balok Dan Pelat Beton Bertulang, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Surendro, Bambang. 2015. Rekayasa Fondasi, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Dishongh, Burl E. 2004. Pokok-Pokok Teknologi Konstruksi Untuk Konstruksi Dan Arsitektur, Erlangga, Jakarta.
- Setiawan, Agus. 2016. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013, Erlangga, Jakarta.
- McCormac, Jack C. 2006. Desain Beton Bertulang Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Kalsim, Dedi Kusnadi. 2010. Teknik Drainase Bawah Permukaan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Pramono, Khaeron. 2015. Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (*Underpass*) Di Jalan R.A. Kartini Kota Cirebon, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.
- Situmorang, Panangian. 2016. Perencanaan *Underpass* Di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2847-2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Gedung Manggala Wanabakti, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 1727-2013 Tentang Beban Minimum

- Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, Gedung Manggala Wanabakti, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1726-2012 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, Gedung Manggala Wanabakti, Jakarta.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Ananda MS, Febry. Perencanaan Penulangan Dinding Geser (*Shear Wall*) Berdasarkan Tata Cara SNI 03-2847-2002, Univesitas Sumatera Utara, Medan.
- Saputro, Dewi Retno Sari. 2011. Pewilayahan Curah Hujan Di Kabupaten Indramayu Dengan Metode Gerombol (Berdasarkan Data Median Tahun 1980 – 2000), Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 378/KPTS/1987 Tentang Pengesahan 33 Standar Konstruksi Bangunan Indonesia Dalam Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung Tahun 1987.
- Peraturan Daerah Kabupaten Indramayu Nomor : 1 Taun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Indramayu Tahun 2011 – 2031.
- 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 13 Tahun 1992 Tentang Perkeretaapian.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 53 Tahun 2000.
- Bappeda Indramayu. 2010. Profil Kabupaten Indramayu – Kondisi Geografis, Kamus Besar Bahasa Indonesia Offline.
- <http://bappedaindrامayu.madebychocaholic.com/geografis>, diakses 13 Juni 2016.
- <https://triwahyukuningsih.wordpress.com/2011/08/14/soal-1-dinding-penahan-tanah/>,
- <https://id.wikipedia.org/wiki>.
- <http://heritage.kereta-api.co.id>.