

JURNAL KONSTRUKSI

ANALISIS PENGEMBANGAN JALAN TIDAK SEBIDANG (*UNDERPASS*) DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN – JALAN SULTAN AGUNG KABUPATEN BREBES

Handri Wildan Fauzi*, Suheryanto**, 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

Analisis pengembangan jalan tidak sebidang (*underpass*) di Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung Kabupaten Brebes, merupakan salah satu solusi dalam mengatasi kemacetan yang terjadi pada persimpangan kereta api. Perencanaan *underpass* didukung menurut peraturan perundang-undangan di Indonesia yang intinya untuk meminimalkan adanya persimpangan sebidang. Perencanaan *underpass* ini menggunakan *double box culvert* dengan panjang lengkung vertikal 77 m dan kelandaian 10% serta panjang lengkung horizontal 70 m. Struktur *box culvert* menggunakan tebal pelat lantai atap 500 mm, pelat lantai pondasi 550 mm dan pelat dinding 500 mm. Untuk tinggi dalam *box culvert* 6 m dan tinggi maksimum kendaraan yang boleh masuk 5 m. Bahan struktur yang digunakan $f_c' 40$ MPa dan mutu baja $F_y 360$ MPa. Skripsi ini menggunakan perhitungan manual, untuk desain dan gambar menggunakan *software auto cad, global mapper, dan scketchup*. Dalam perencanaan *underpass* di Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung direncanakan juga perencanaan drainase dan perencanaan perkerasan kaku. Sehingga diharapkan skripsi ini akan bermanfaat untuk masyarakat banyak, khususnya masyarakat Kabupaten Brebes.

Kata kunci : Persimpang tidak sebidang, Kemacetan, *underpass, box culvert*.

ABSTRACT

Analysis of the development of the intersection non-coplanar (underpass) at Jenderal Sudirman street – Sultan Agung street of Tegal city, is one solution in addressing the bottlenecks that occur at the railroad crossing. planning underpass supported by legislation in Indonesia which in essence to minimize their intersection plot. Planning underpass use double box culvert with vertical arch length 77 m and the flatness of 10 % and with horizontal arch length 10 m. Box culvert structure using a thick slab roof of 500 mm, foundation slab of 550 mm and 500 mm wall plate. High in of box culvert 6 m and a maximum height of vehicles allowed in 5 m. Materials structure used $f_c' 40$ Mpa and the quality of steel $F_y 360$ Mpa. This thesis using manual calculations , designing and depiction using software auto cad, global mapper , and SketchUp. n planning the underpass at Jenderal Sudirman Street – Sultan Agung Street, Also planned drainage planning and rigid pavement planning. So hopefully this thesis will be useful for many people, especially of Brebes Regency.

Keywords : *intersection non-level, congestion, underpass, box culvert.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Brebes berada di jalur pantai utara (pantura) Jawa Tengah, Dengan letak Geografis yang cukup strategis, yaitu berada di $108^{\circ} 41'37,7''$ - $109^{\circ} 11'28,92''$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 44'56'5''$ - $7^{\circ} 20'51,48$ Lintang Selatan dengan jarak terjauh utara – selatan 87 kilometer dan barat – timur 50 kilometer. Berdasarkan letaknya yang menjadi jalur utama Trasportasi dari Jakarta maupun dari Jawa Barat menuju Jawa tengah dan Jawa Timur maka Kabupaten Brebes mengalami pertumbuhan kendaraan yang cukup besar, karena selain kendaraan milik warga lokal, tidak sedikit juga kendaraan pendatang yang sekedar singgah atau beristirahat di Kabupaten Brebes.

Di Jl. Jenderal Sudirman – Jl. Sultan Agung terdapat perlintasan kereta api yang berpotongan dengan kedua jalan tersebut yang disebut perlintasan kereta api sebidang atau disebut juga persimpangan jalur kereta api. Dengan adanya perlintasan kereta api sebidang, resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas antara kendaraan jalan raya dengan kereta api akan semakin besar. Selain itu juga, perlintasan kereta api sebidang akan menimbulkan kemacetan lalu lintas, karena kendaraan jalan raya yang menunggu melintasnya kereta api.

Pada dasarnya resiko kecelakaan dan kemacetan di perlintasan kereta api sebidang di Jl. Jenderal Sudirman – Jl. Sultan Agung dapat diatasi dengan adanya perlintasan kereta api tidak sebidang seperti *Underpass*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada dengan cara bagaimana solusi untuk permasalahan lalu lintas pada perlintasan kereta api yang sebidang dengan jalan raya.

C. Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini terdapat batasan masalah yang diantaranya sebagai berikut :

1. Mengkonsep jalan tidak sebidang di perlintasan kereta api Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung Kabupaten Brebes dengan menonjolkan *underpass* sebagai objek utamanya.

2. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
3. Tidak menghitung akuisisi atau pembebasan lahan, ganti rugi dan sebagainya.
4. Tidak menghitung mekanika tanah.

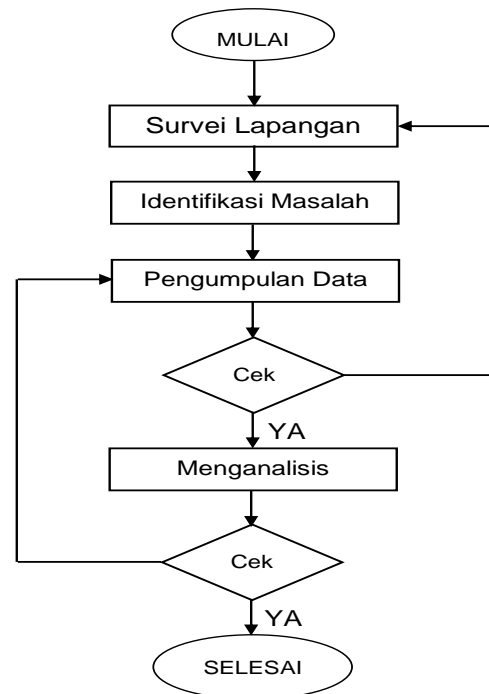
D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Mengidentifikasi masalah untuk pembangunan jalan tidak sebidang (*underpass*) di Jl. Jenderal Sudirman – Jl. Sultan Agung Kabupaten Brebes.
2. Merencanakan *Site Plan*.
3. Merencanakan struktur *Underpass*.
4. Menghitung *Alinyemen*.
5. Menggambar struktur.

E. Kerangka Pemikiran Dan Hipotesis

1. Kerangka Pemikiran



Gambar 1.1. Kerangka Pemikiran

2. Hipotesis

Adapun yang menjadi hipotesis dalam analisis perencanaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Pengembangan perlintasan jalan tidak sebidang dengan menggunakan *Underpass*.

- b. Pengembangan perlintasan tidak sebidang (*Underpass*) menggunakan perencanaan *Box Culvert*.
- c. Analisis struktur menghitung *Box Culvert* dan dinding *Underpass* menggunakan perhitungan manual.
- d. Perencanaan drainase menggunakan pompa.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Umum

Menjelaskan dua sub pembahasan, yaitu Kajian Pustaka dan Landasan Teori.

B. Penelitian Yang Telah Dilakukan Sebelumnya

1. Penelitian dilakukan oleh Deis Ismail Ramadhan, perencanaan *underpass* persimpangan tidak sebidang antara jalan raya dengan jalan rel. Judul Penelitian yaitu **Analisis Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang Antara Jalan Rel Kereta Api Dengan Jalan Raya Kesambi.**
2. Penelitian dilakukan oleh Khaeron Pramono, perencanaan *underpass* persimpangan tidak sebidang antara jalan raya dengan jalan rel. Judul Penelitian yaitu **Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (*Underpass*) Di Jalan R.A. Kartini Kota Cirebon.**
3. Penelitian dilakukan oleh Sigit Hidayat, perencanaan *underpass* persimpangan tidak sebidang antara jalan raya dengan jalan rel. Judul Penelitian yaitu **Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang Antara Jalan Rel Kereta Api Dengan Jalan Tentara Pelajar Kota Cirebon.**
4. Penelitian dilakukan oleh Panangian Situmorang, perencanaan *underpass* persimpangan jalan raya dengan jalan raya. Judul Penelitian yaitu **Perencanaan *Underpass* Di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda.**

Berdasarkan tinjauan pustaka dari keempat penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di atas masing-masing memiliki banyak persamaan dengan penelitian sekarang yang berjudul **Analisis Pengembangan Jalan**

Tidak Sebidang (*Underpass*) Di Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung Kabupaten Brebes. Dengan demikian, dari keempat penelitian di atas dapat dijadikan acuan untuk penelitian sekarang.

C. 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)

2. Pengertian Pengembangan

Menurut M Arifin. Berpendapat bahwa pengembangan bila dikaitkan dengan pendidikan berarti suatu proses perubahan secara bertahap kearah tingkat yang berkecenderungan lebih tinggi dan meluas dan mendalam yang secara menyeluruh dapat tercipta suatu kesempurnaan atau kematangan.

3. Pengertian Persimpangan

Persimpangan (*intersection*) adalah dua buah ruas jalan atau lebih yang saling bertemu, saling berpotongan atau bersilangan. Perlintasan Kereta api dibagi atas dua jenis Perlintasan Sebidang dan Perlintasan tidak sebidang.

4. Desain Konstruksi

Definisi desain konstruksi adalah suatu kegiatan yang merencanakan pembangunan di suatu objek dengan didasari pemikiran setiap orang dengan sistem, komponen dan struktur yang berbeda. Desain konstruksi *underpass* ini terdiri dari desain bangunan atas dan desain bangunan bawah.

5. Site Plan

Site plan rencana berupa gambar desain dua dimensi yang menunjukkan detail dari rencana yang akan dilakukan terhadap sebuah kaveling tanah, baik menyangkut rencana jalan, utilitas air, fasilitas umum dan fasilitas sosial, serta cluster-cluster yang direncanakan.

6. Jalan Raya

a. Definisi Jalan

Jalan merupakan suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk

apapun yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas.

b. Klasifikasi Jalan

Sistem jaringan jalan yang terdapat di Indonesia, Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki.

c. Bagian Jalan

- 1) Ruang manfaat jalan.
- 2) Ruang milik jalan.
- 3) Ruang pengawasan jalan.

d. Tipe Jalan

- Jalan dua lajur – dua arah tak terbagi (2/2 UD)
- Jalan empat lajur – dua arah tak terbagi (4/2 UD)
- Jalan empat lajur – dua arah terbagi (4/2 D)
- Jalan enam lajur – dua arah terbagi (6/2 D)

e. Lajur Jalan

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai dengan volume lalu lintas kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan jenis kendaraan rencana.

f. Tingkat Pelayanan

Hubungan antar tingkat pelayanan dan kapasitas ditunjukkan berdasarkan persamaan berikut :

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

$$= \frac{LHR(\text{umur rencana}) + LHR(\text{masa pelaksanaan})}{2}$$

$$C = C_o * F_{cw} * F_{csp} * F_{csf}$$

Dimana :

$$Q = \text{Volume lalu lintas}$$

LHR = Lalu lintas harian

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar

F_{cw} = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{csp} = Faktor pemisahan arah

F_{csf} = Faktor akibat hambatan samping

7. Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik yang perlu ditinjau untuk pembangunan *Underpass* adalah alinyemen vertical, namun pada perencanaan geometrik *Underpass* ini terdapat belokan (sudut tetap) maka perlu juga ditinjau alinyemen horizontalnya.

8. Struktur Jalan Rel Kereta Api

Jalan rel kereta api baik jalur tunggal maupun jalur ganda harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara teknis, nonteknis, dan ekonomis.

9. Pembebanan Kereta Api

Beban Hidup Beban hidup yang digunakan adalah beban gandar terbesar sesuai rencana sarana perkeretaapian yang dioperasikan atau skema dari rencana muatan. Untuk beban gandar sampai dengan 18 ton dapat digunakan skema rencana muatan 1921 (RM 21) sebagaimana tersebut dalam Tabel 3-12. Untuk beban gandar lebih besar dari 18 ton, rencana muatan disesuaikan dengan kebutuhan tekanan gandar.

10. Pembebanan Kendaraan

- Beban Truk "T" (TT)
- Faktor beban ultimit (K_{TT}) = 1,80,
- Beban T = 112,5 KN,
- faktor beban dinamis (DLA) = 0,40
- Beban truk "T"(P_{TT})
= (1+DLA) x T = **157,5 kN.**

11. Aspek Tanah

Dari penyelidikan tanah maka dapat diidentifikasi jenis dan sifat tanah pada lokasi proyek tersebut. Hal ini berguna dalam perencanaan dinding penahan tanah dan pondasi dari struktur *underpass*.

12. Terowongan Bawah Tanah (*Underpass*)

Underpass adalah jalan melintang di bawah jalan lain atau persilangan tidak

sebidang dengan membuat terowongan di bawah muka tanah.

13. Dasar Hukum

Berdasarkan pasal 15 ayat 1 Undang-Undang Nomor 13 tahun 1992 tentang perkeretaapian perpotongan antara jalur kereta api dengan jalan raya sebaiknya dibuat dengan prinsip tidak sebidang.

14. Konstruksi *Underpass* berupa *Box Culvert*

Dalam perencanaan banyak aspek yang harus dilihat dan dicermati sebagai dasar pemilihan suatu jenis struktur. Pada umumnya pedoman umum perencanaan bangunan atas, bangunan bawah, dan pondasi harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Kekuatan unsur struktural dan stabilitas keseluruhan.
- Kelayakan struktur.
- Keawetan.
- Kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi.
- Ekonomis dan dapat diterima.

Ada beberapa model *box culvert* yang dapat digunakan, yaitu *single cell*, *double cells*, *triple cells*, dan *Four cells*.

15. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur *underpass* berupa konstruksi *box culvert* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pemodelan dengan struktur portal tak bergoyang diatas tumpuan jepit dan pemodelan kotak pelat *tunnel*.

16. Pembebanan pada Konstruksi

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

- Beban Primer
 - Beban Mati (*Dead Load*)
 - Beban sendiri pelat lantai atas dan bawah.
 - Beban sendiri dinding *box culvert*.
 - Beban akibat tekanan tanah.
 - Beban konstruksi jalan rel (rel dan bantalan).
 - Beban Hidup (*Life Load*)

Beban hidup adalah semua beban yang berjalan sepanjang

jembatan / *box culvert* rel, yaitu rangkaian kereta api yang berada di atas dan kendaraan yang melintas di bagian bawah *box culvert*.

17. Kombinasi Pembebanan

- Kombinasi Pembebanan Tetap
$$U = 1,4D \dots\dots\dots (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) (SNI 03-2847-2002)$$
- Kombinasi Pembebanan Sementara
$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 0,9 D \pm 1,6 W (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 0,9.D \pm 1,0 W (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 1,4 (D + F) (SNI 03-2847-2002)$$
$$U = 1,2 (D+T) + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) (SNI 03-2847-2002)$$

18. Perencanaan Drainase

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana.

- Hitung standard Deviasi
- Hitung nilai faktor frekuensi (K)
- Hitung hujan dalam periode ulang T tahun
- Curah Hujan Rencana Rata-rata
- Perhitungan Dimensi

19. Software Yang Digunakan

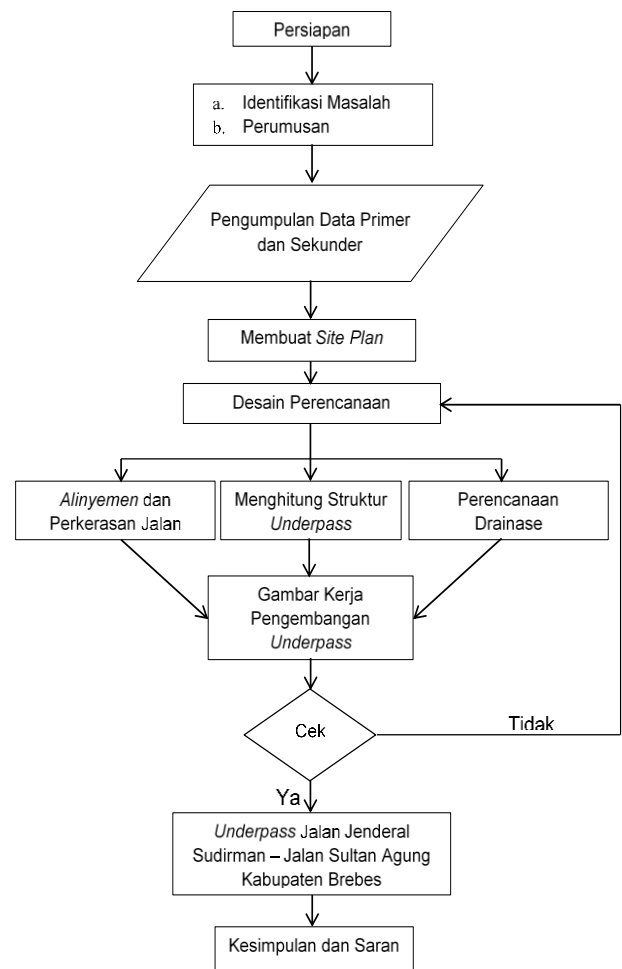
- AutoCAD
- Google Sketchup

3. METODE DAN OBYEK PENELITIAN

A. Metode Penelitian

1. Metode Penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif dan kualitatif.
2. Jenis dan Sumber Data
 - a. Data Primer; survey lapangan, menghitung LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) dan merencanakan *Underpass* pada obyek penelitian.
 - b. Data Sekunder; studi literature pengumpulan data yang berasal dari referensi buku, jurnal-jurnal yang ada dalam internet dan instansi terkait seperti data BPS Kabupaten Brebes, SATKER, DISHUB, PT. KERETA API INDONESIA dan data-data pendukung lainnya serta dokumentasi.
3. Teknik Pengumpulan Data
 - a. Studi Literatur
 - b. Observasi
 - c. Wawancara
 - d. Dokumentasi

B. Kerangka Alur Pemikiran



Gambar 3.1. Kerangka penelitian *Underpass*

C. Lokasi Penelitian



Gambar 3.2. Lokasi penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Perhitungan Kinerja Ruas Jalan

a. Volume lalu lintas jam puncak yaitu pada hari selasa dengan rincian arah Jenderal Sudirman – Sultan Agung 636 smp/jam dan arah Sultan Agung - Jenderal Sudirman 737 smp/jam.

b. Analisis Kapasitas Jalan

Diketahui :

- Tipe Jalan yaitu Jalan Kota Lokal Sekunder dengan ketentuan ruas jalan yaitu 1 jalur ; 2 lajur ; 2 arah tak Terbagi (2/2 UD).

- $C_0 = 2900$ smp/jam
- $FC_w = 1,25$
- $FC_{sp} = 1,00$
- $FC_{sf} = 0,94$
- $FC_{cs} = 0,90$

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$C = 2900 \times 1,25 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,90$$

$$C = 3066,75 \text{ smp/jam}$$

c. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

$$Q_{\max} = 1373 \text{ smp/jam}$$

$$C = 3066,75 \text{ smp/jam}$$

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

$$DS = \frac{1373}{3066,75}$$

$$DS = 0,45$$

d. Perhitungan Alinyemen Jalan Ekisisting

1) Kecepatan rencana (VR)

Pada perencanaan alinyemen vertikal ini penulis merencanakan kecepatan kendaraan sesuai dengan fungsi jalan yaitu jalan lokal sekunder 30 - 50 km/jam.

2) Jarak Pandang Henti

$$VR = 40 \text{ km/jam}$$

$$T = 2,5 \text{ detik}$$

$$a = 3,4 \text{ meter/detik}^2$$

$$\begin{aligned} S_s &= 0,278 \times VR \times T + 0,039 \times VR^2/a \\ &= 0,278 \times 40 \times 2,5 + 0,039 \times 40^2/3,4 \\ &= 46,15 \text{ meter} \end{aligned}$$

S_s minimum sesuai dengan kecepatan rencana 40 km/jam maka dibulatkan nilai S_s minimum menjadi 50 meter.

3) Perhitungan Panjang Lengkung Vertikal

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

Dimana :

L : Panjang lengkung vertikal (m)

Δ : kelandaian 10% dengan kecepatan rencana 40 km/jam

S : Jarak pandang henti = 50 m

Kecepatan rencana : 30 - 50 km/jam

$$L = \frac{10 \times 50^2}{150 + 3,5 \times 50} = 76,92$$

Jadi jarak pandang lengkung vertikal adalah **76,92 m**.

4) Perhitungan Jari-Jari Minimum Tikungan

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 \cdot (e_{\max} + f_{\max})} R_{\min}$$

Dimana :

R_{\min} = Jari-jari tikungan minimum (m)

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = Superelevasi maksimum

f = Koefisien gesek untuk perkerasan aspal (f = 0,14 - 0,24)

$$\begin{aligned} &= \frac{R_{\min}}{40^2} \\ &= \frac{R_{\min}}{127 \cdot (10\% + 0,16)} \\ &= 48,46 \text{ m} \end{aligned}$$

R_{\min} sesuai dengan kecepatan rencana 40 km/jam dibulatkan menjadi 50 m.

5) Menghitung Tikungan

Menggunakan jenis tikungan FC (*Full Circle*) dengan rumus sebagai berikut :

- $T_c = R_c \tan \frac{1}{2} \Delta$
Diketahui;
 $R_c = 50 \text{ m}$
 $\Delta = 80^\circ$
 $T_c = 50 \tan \frac{1}{2} 80$
 $= 34,91 \text{ m}$
- $E_c = T_c \tan \frac{1}{4} \Delta$
 $E_c = 34,91 \tan \frac{1}{4} 80$
 $E_c = 12,19 \text{ m}$
- $L_c = \frac{\Delta \times 2\pi \times R_c}{360^\circ}$
 $L_c = \frac{80 \times 2 \times 3,14 \times 50}{360}$
 $= 69,8 \text{ m}$

Panjang lengkung tikungan adalah **69,8 m** dibulatkan menjadi **70 m**.

2. Perhitungan Perkerasan Kaku

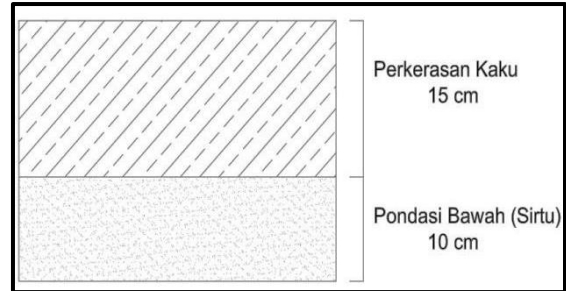
PERENCANAAN TEBAL PELAT JALAN BETON	DATA PERENCANAAN	
Umur rencana	25	tahun
Modulus reaksi tanah dasar (k)	2	kg/cm ³
Pondasi bawah (dengan sirtu)	10	cm
Faktor gesekan pondasi	1,1	
MR beton	40	kg/cm ²
Fs BJTU ³⁹	3390	kg/cm ²
Pertumbuhan lalu lintas	5%	per tahun
Peranan Jalan	Lokal Sekunder	
Koefisien Distribusi jalur	0,7	

Tabel 4.1. Data Perencanaan Perkerasan Kaku

1.	Kendaraan Ringan	3029
2.	Bus	67
3.	Truck 2 As	544
4.	Truck 3 As	30
5.	Truck 5 As	-

Tabel 4.2. Data survey lalu lintas

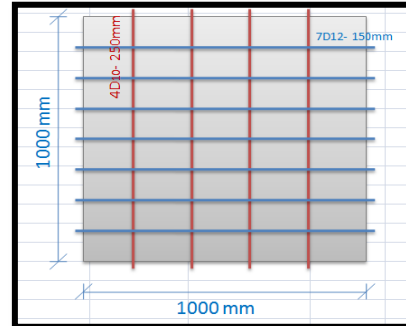
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan tebal pelat 15 cm atau 150 mm hasil yang didapatkan adalah Fatigue **66,18%**, memenuhi syarat karena $< 100\%$. Sehingga perkerasan kaku menggunakan lapisan bawah Sirtu dan Perkerasan Kaku menggunakan Laston dengan ketebalan 150 mm.



Gambar 4.1. Lapisan perkerasan kaku

Koefisien gesekan pelat dengan pondasi (F)	1,5			
Jarak antar sambungan (L)	10	m		
Tebal pelat (h)	0,15	m	150	mm
Tegangan tarik baja (fs)	240	Mpa		
Mutu beton (fc)	300	kg/cm ²		
Berat jenis beton	2400	kg/cm ²		
Kuat tarik langsung beton (Fct)	20	kg/cm ²		
Modulus elastisitas baja (Es)	20000	kg/cm ²		
Tegangan leleh baja (fy)	3900	kg/cm ²		
Modulus elastisitas beton (Ec)	$\sqrt{f'c}$	kg/cm ²	24248,71	kg/cm ²
Gravitasi (g)	9,81	m/s ²		

Tabel 4.3. Data Perencanaan Penulangan Perkerasan Kaku



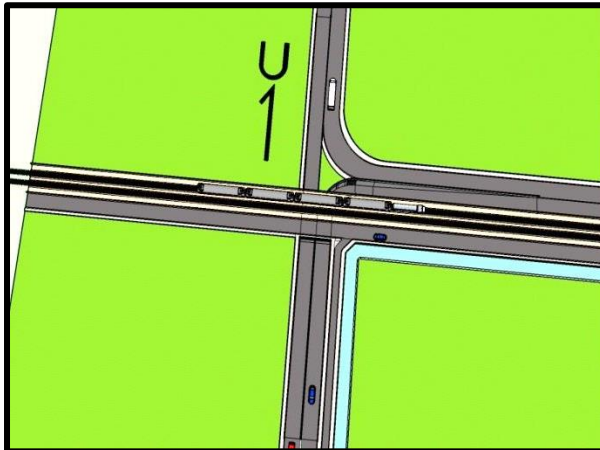
Gambar 4.2. Penulangan Perkerasan Beton Bersambung

B. Pembahasan

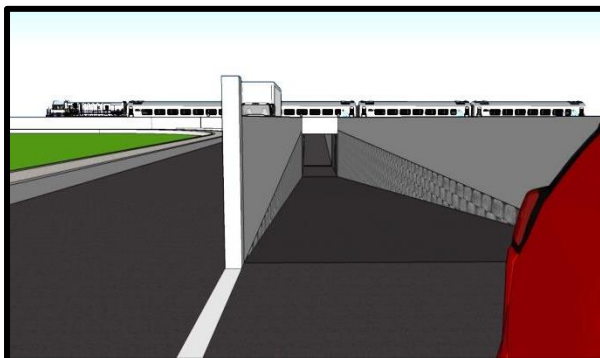
1. Desain Underpass

Pada prinsipnya desain sebuah struktur harus saling mengikat agar tercipta suatu struktur yang kuat dan dapat dipertanggung jawabkan. Pada perencanaan *Underpass* di Jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung Kabupaten Brebes, terdapat struktur *Double box culvert*, struktur perkerasan jalan yang dimana akan menggunakan perkerasan kaku dan struktur drainase, sebagai penunjang perencanaan

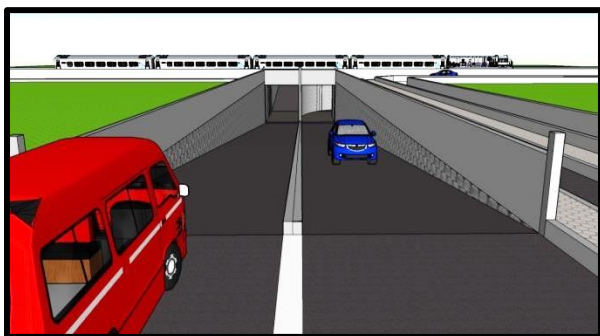
Underpass di jalan Jenderal Sudirman – Jalan Sultan Agung Kabupaten Brebes.



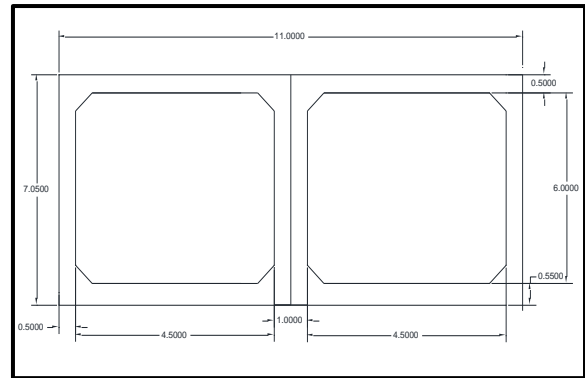
Gambar 4.3. 3D Underpass tampak atas



Gambar 4.4. 3D Underpass tampak dari utara



Gambar 4.5. 3D Underpass tampak dari selatan



Gambar 4.6. Sketsa Tampak Depan Box Culvert

1	Lebar box culvert	$L = 5,5 \text{ m}$
2	Tinggi box culvert	$H = 7,05 \text{ m}$
3	Lebar box culvert (sisi dalam)	$l = 4,5 \text{ m}$
4	Tinggi box culvert (sisi dalam)	$h = 6 \text{ m}$
5	Tebal plat lantai	$h_1 = 0,55 \text{ m}$
6	Tebal plat dinding	$h_2 = 0,5 \text{ m}$
7	Tebal plat pondasi	$h_3 = 0,55 \text{ m}$
8	Tebal selimut beton	$ts = 0,075 \text{ m}$
9	Tinggi genangan air hujan	$Th = 0,05 \text{ m}$

Tabel 4.4. Dimensi Box Culvert Underpass

2. Analisis Pembebanan

a. Beban Mati

Berat plat lantai ($t = 50\text{cm}$)	0,5000	x	24,00	=	12,0	kN/m ²
Berat balok parapet ($t=25\text{cm}$)	0,2500	x	24,00	=	6,00	kN/m ²
Berat pasir urug ($t = 5\text{cm}$)	0,0500	x	16,00	=	0,80	kN/m ²
Berat ballas ($t = 30\text{cm}$)	0,3000	x	22	=	6,60	kN/m ²
Berat rel r54 (luas = 69,34cm ²)	0,0069	x	78,5	=	0,54	kN/m ²
Berat bantalan beton ($t = 20\text{cm}$)	0,2000	x	24,00	=	4,80	kN/m ²
Berat Trotoar($t=25\text{cm}$)	0,2500	x	22,00	=	5,50	kN/m ²
Berat instalasi (ME)				=	0,25	kN/m ²
Berat air (5cm)	0,0500	x	10	=	0,50	kN/m ²
Berat Aspal	0,0500	x	22,00	=	1,10	kN/m ²
				WD	= 38,09	kN/m²

Tabel 4.5. Kombinasi beban mati

b. Beban Hidup

Berat gander lokomotif CC.202 01 – 202 30	147,1	kN/m
Berat kendaraan terberat (truk) "T" (P _{TT}) = (1 + DLA) x T x 1m	157,5	kN/m
beban hidup diasumsikan menurut PPURG 1987 = 5 kN/m ²	5,0	kN
WL =	309,6	kN/m

Tabel 4.6. Kombinasi beban hidup

3. Perhitungan Manual Box Culvert

Tipe Muatan	=	KA CC.202 01 - 202 30 = 18Ton/Gandar
Mutu beton F'c	=	40 mpa
Mutu Baja fys (sejangkang)	=	360 mpa
Selimit Beton	=	75 mm

Tabel 4.7. Data perencanaan

a. Penulangan Box Culvert Underpass

1) Penulangan plat lantai atap box culvert dengan hasil Mu = 305,86 kNm

	Diameter (Ø)	jarak
Tulangan Utama	D 25	180 mm c/c
Tulangan Distribusi	Ø 16	430 mm c/c
Tulangan Pendukung	Ø 16	200 mm c/c

Tabel 4.8. Tulangan plat lantai atap

2) Pembesian plat dinding box culvert dengan hasil Mu = 97,422 kNm

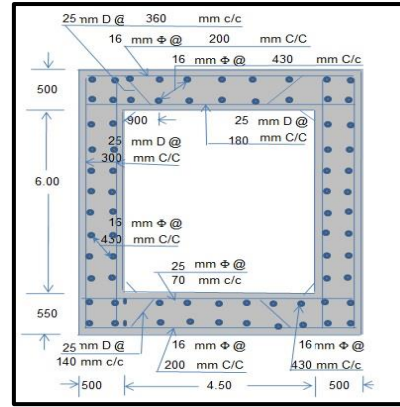
	Diameter (Ø)	jarak
Tulangan Utama	D 25	300 mm c/c
Tulangan Pendukung	Ø 16	430 mm c/c

Tabel 4.9 Tulangan Plat Dinding

3) Pembesian plat lantai bawah box culvert dengan hasil Mu = 617,86 kNm

	Diameter (Ø)	jarak
Tulangan Utama	D 25	70 mm c/c
Tulangan Pendukung	Ø 16	420 mm c/c

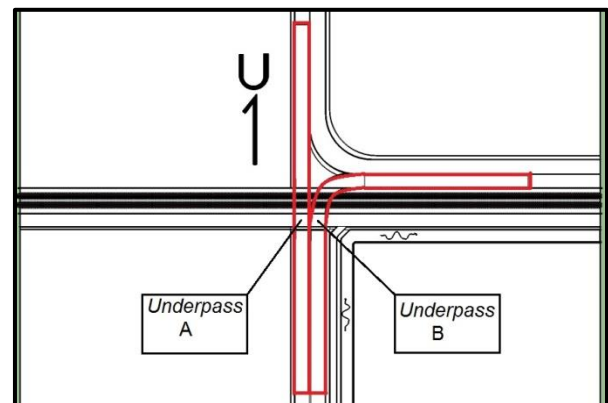
Tabel 4.10 Tulangan plat lantai bawah



Gambar 4.7. Detail pembesian

4. Perencanaan Drainase

a. Site Plan Daerah tangkap Curah Hujan



Gambar 4.8. Site plan daerah tangkapan hujan

b. Kondisi Perencanaan

- Kondisi jalan aspal. Aspal = I1 koefisien C1 = 0,70
- Luas daerah tangkap hujan A. A1A = P x L = 4,5 x 171 = 769,5 m²
- Luas daerah tangkap hujan B. A1B = P x L = 4,5 x 224 = 1008 m²
- Koefisien pengaliran rata-rata
 - $C = \frac{C_1 \times A_{1A}}{A_{1A}} = \frac{0,70 \times 769,5}{769,5} = 0,7$
 - $C = \frac{C_1 \times A_{1B}}{A_{1B}} = \frac{0,70 \times 1008}{1008} = 0,7$
- Didapat data curah hujan terbesar I = 64,167 m
- Hitung besarnya debit (Q), Diketahui :
 - A_A = 769,5 m² = 0,00077 km²
 - C = 0,70
 - I = 64,167 m = 641,67 mm
 - Q = 1 / 3,6 x C x I x A

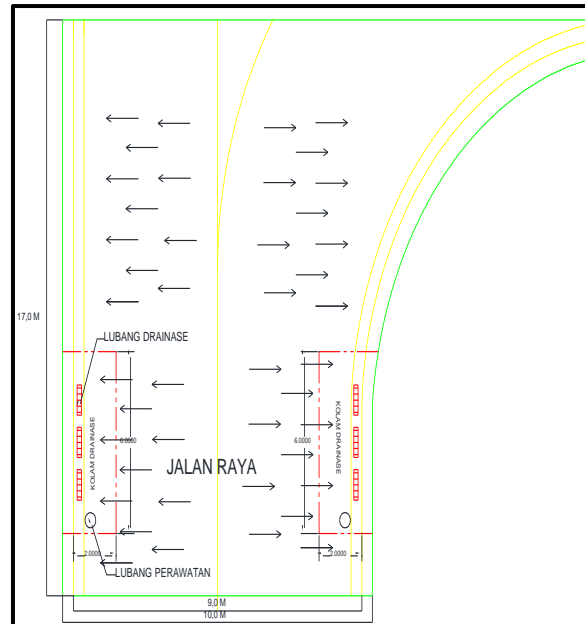
- $Q = 1 / 3,6 \times 0,70 \times 641,67 \times 0,00077 = 0,096 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $A_B = 1008 \text{ m}^2 = 0,001 \text{ km}^2$
- $C = 0,70$
- $I = 64,167 \text{ m} = 641,67 \text{ mm}$
- $Q = 1 / 3,6 \times C \times I \times A$
- $Q = 1 / 3,6 \times 0,70 \times 641,67 \times 0,0010 = 0,125 \text{ m}^3/\text{detik}$

c. Perencanaan dimensi tampungan

- Masing-masing menggunakan 1 tampungan dengan dimensi :
 $P \times L \times T = 6(P) \times 2(L) \times 1,2(\text{Tinggi Jagaan}) = 14,4 \text{ m}^3$
- Jadi untuk *Underpass* A dalam 1 menit hujan, tampungan dalam keadaan aman. Tampungan tidak aman dalam waktu 3 menit. Karena debit sudah mencapai $17,28 \text{ m}^3 / \text{menit}$.
- Dan untuk *Underpass* B dalam 1 menit hujan, tampungan dalam keadaan aman. Tampungan tidak aman dalam waktu 2 menit. Karena debit sudah mencapai $15 \text{ m}^3 / \text{menit}$.

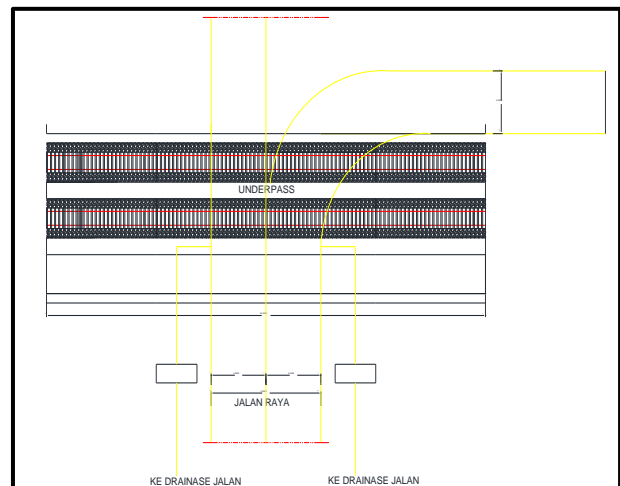
d. Penggunaan Pompa Air

- Menggunakan total 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 vertikal setinggi 7,05 m. masih aman karena max tinggi tarikan pompa pada umumnya adalah 9 m.



Gambar 4.9.

Denah perencanaan drainase (Bagian *box culvert* pada jalan raya)



Gambar 4.20

Denah Perencanaan Drainase (Bagian *box culvert* pada jalan rel)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pengembangan perlintasan tidak sebidang (*Underpass*) dibagian atas terdapat perlintasan kendaraan dengan lebar 4,5 m dan perlintasan jalan rel namun tidak saling bersimpangan.
2. Pada jalan bawah tanah (*underpass*) mempunyai lebar jalan masing-masing 4,5 m, tinggi kendaraan yang melintas max 5 m.

3. Pengembangan perlintasan tidak sebidang menggunakan *Underpass* menjadi solusi kemacetan dan kecelakaan perlintasan sebidang.
4. Perencanaan geometrik jalan menggunakan *alinyemen vertikal* dengan kelandaian 10% dan menghasilkan panjang lengkung 77 m pada kedua sisi dan menggunakan *alinyemen horizontal* dengan hasil panjang lengkung tikungan 70 m.
5. Perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku beton bertulang dengan tebal perkerasan 15 cm.
6. Desain *Underpass* memiliki ketebal pada bagian konstruksi atas setebal 50 cm, bagian bawah setebal 55 cm, dan bagian samping setebal 50 cm.
7. Perencanaan drainase menggunakan 2 pompa, dengan menggunakan sistem penampungan air di bawah *perkerasan kaku* dengan dimensi kolam penampungan 6 x 2 x 1,5 m. Air hasil pompa di distribusikan ke saluran drainase terdekat.

B. Saran

1. Perlu kajian untuk perhitungan geometrik jalan terutama pada *alinyemen horizontal* jika terdapat tikungan.
2. Perlu kajian untuk membuat dimensi drainase secara lebih mendetail, dikarenakan pada skripsi ini baru merencanakan alur drainase namun belum merencanakan dimensi pipa yang digunakan.
3. Perlu perhitungan analisis struktur dengan menggunakan *software* sejenis dan perhitungan manual sejenis, untuk menunjang struktur yang memenuhi syarat teknis.
4. Untuk selanjutnya bila mengambil judul skripsi seperti ini sebaiknya menghitung pembebanan hidupnya lebih rinci, dengan memasukkan faktor kejutan dan faktor pengaruh geseran tanah terhadap konstruksi *box culvert*.
5. Perlu perhitungan analisis SWOT agar memperkuat perencanaan pengembangan perlintasan kereta api tidak sebidang.
6. 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

- Hendarsin, Shirley L., *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung - Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- 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.
- Inggun, Adiyatna. 2014. *Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (underpass) Di Jalan P. Drajat Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.
- Ramadhan, Deis Ismail. 2014. *Analisis Pengembangan Perlintasan Tidak Sebidang Antara Jalan Rel Kereta Api Dengan Jalan Raya Kesambi Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.
- Hidayat, Sigit. 2015. *Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang Antara Jalan Rel Kereta Api Dengan Jalan Tentara Pelajar Kota Cirebon*, Perpustakaan Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon, Kota Cirebon.
- 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.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 60, 2012,
- Kementrian Pekerjaan Umum, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*.

Pemerintah Kabupaten Brebes. 2011. *Rencana Tata Ruang Kabupaten Brebes Tahun 2010 – 2030.*

Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM 53 Tahun 2000.

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

<http://brebeskab.bps.go.id>

<http://www.google.co.id/jenis-box-culvert>.

<http://www.google.co.id/Pengertian-analisis-swot>.

<http://www.google.co.id/pengertian-pengembangan>.

<http://www.google.co.id/pengertian-site-plan>

<http://www.google.co.id/pengembangan-wilayah-provinsi-jawa-tengah>.

