

JURNAL KONSTRUKSI

Perencanaan *Underpass* Untuk Mengatasi Konflik di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda Kota Cirebon

Panangian Situmorang*, Dr. Ir. H. Saihul Anwar, 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

Perencanaan ini menggunakan 2 *Duble box culvert* dengan panjang lengkung vertikal 109,1 m dan kelandaian yang digunakan 8%. Struktur *box culvert* dipakai dengan tebal plat lantai atap 900 mm, tebal dinding 500 mm, dan tebal plat pondasi 1000 mm. Bahan struktur yang digunakan adalah untuk plat lantai atap dan plat dinding menggunakan mutu beton $f_c' = 55$ MPa, untuk plat pondasi menggunakan mutu beton $f_c' = 55$ MPa, dan mutu baja yang digunakan adalah $f_y = 400$ MPa. Dalam skripsi ini, untuk analisis struktur menggunakan *software* sap2000 agar mendapatkan hasil perhitungan momen ultimit untuk mendapatkan tulangan yang digunakan. Pada plat lantai atap menggunakan tulangan lapangan 2D36-100 dan tulangan tumpuan 2D40-90, plat dinding menggunakan tulangan lapangan D16-100 dan tulangan tumpuan D19-120, dan plat pondasi menggunakan tulangan 2D40-140. Setelah menghitung struktur *box culvert* perencanaan *underpass* juga harus memperhatikan drainase. Perencanaan drainase menggunakan 2 pompa, dengan panjang saluran drainase 109,1 m, lebar saluran 16 m, tinggi saluran 6 m, dan tinggi jagaan 9 m. Drainase juga menggunakan sistem penampungan air dibawah plat pondasi dengan dimensi kolam 3 x 3 x 1,2 m. Dinding penahan tanah dibagi dalam 2 bidang, bidang 1 dan bidang 2 dengan tinggi 8,1 m dan lebar 7 m. Penulangan di bidang 1 menggunakan tulangan utama D25-120 dan tulangan sengkang D19-130, untuk bidang 2 menggunakan tulangan utama D25-100 dan tulangan sengkang D16-100.

Kata Kunci : *Underpass, Box Culvert, Penulangan, Drainase, Dinding Penahan Tanah*

ABSTRACT

Using a *Duble box culvert underpasses* with a length of 10.5 m, width 16 m, and a height of 6.9 m. Planning uses 2 *Duble box culvert* with a long curved vertical 109.1 m and gradient used 8%. *Box culvert* structure worn with thick top plate of 900 mm, wall thickness of 500 mm, and thick foundation plate 1000 mm. Materials structure is used for top plate and wall plate using concrete quality $f_c' = 55$ MPa, for the quality of the concrete foundation plate using $f_c' = 55$ MPa, and the quality of steel used is $f_y = 400$ MPa. In the thesis, for analysis of structures using sap2000 software in order to get the results of calculation of ultimate moment to get reinforcement is used. On the top plate using reinforcement field 2D36-100 and reinforcement object 2D40-90, wall plate using reinforcement of field D16-100 and reinforcement object D19-120, and the Foundation plate uses reinforcement 2D40-140. After calculating the structure of *box culvert underpasses* planning should also pay attention to drainage. Drainage using 2 pumps, drainage channels with a length of 109.1 m, the width of the channel is 16 m, channel height is 6 m and height protection of 9 m. Drainage system also using the shelter some water under the foundation plate with dimensions of the pool 3 x 3 x 1.2 m. Retaining wall is divided in 2 fields, field 1 and field 2 with a height of 8.1 m wide and 7 m for the reinforcement in the areas of 1 using main reinforcement D25-120 and support reinforcement for D19-130, for the field of 2 using main reinforcement D25-100 and support reinforcement for D16-100.

Keywords : *Underpasses, Box Culvert, Reinforcement, Drainage, Retaining Wall*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Cirebon terletak di daerah pantai utara provinsi Jawa Barat bagian timur. Dengan letak geografis yang strategis, yang merupakan jalur utama transportasi dari Jakarta menuju Jawa Barat, Jawa Tengah, yang melalui daerah utara atau pantai utara (pantura). Latak tersebut menjadikan suatu keuntungan bagi Kota Cirebon, terutama dari segi perhubungan dan komunikasi.

- Sebelah Utara : sungai gedung pane
- Sebelah Barat : sungai banjir kanal/ Kabupaten Cirebon
- Sebelah Selatan : sungai kalijaga
- Sebelah Timur : laut Jawa

Mengingat letak yang menjadi jalur utama transportasi dari Jakarta menuju Jawa Tengah maka Kota Cirebon mengalami pertumbuhan kendaraan yang cukup besar, karena selain kendaraan milik warga pribumi tidak sedikit juga kendaraan pendatang yang sekedar singgah atau beristirahat di Kota Cirebon. Penyebab kemacetan beragam. Pertama, mungkin inilah yang paling utama, jumlah kendaraan di Kota Cirebon sudah jauh melampaui kapasitas jalan yang tersedia.

Jalan Pemuda dan Jalan Terusan Pemuda yang saat ini kondisinya (2 jalur 4 lajur 2 arah). Jalan Pemuda dan Terusan Pemuda mempunyai peranan penting dalam kegiatan pemindahan atau pergerakan manusia dan barang. Jalan ini menghubungkan wilayah permukiman, wilayah kegiatan pendidikan, dan wilayah kegiatan ekonomi. Di harapkan dengan dilakukannya perencanaan *Underpass* ini Jalan Pemuda dan Terusan Pemuda dapat berfungsi seperti dengan baik dan memudahkan para pengguna jalan demi terciptanya kebaikan transportasi di Kota Cirebon pada umumnya.

B. Fokus Masalah

Dalam usulan skripsi dengan judul “PERENCANAAN *UNDERPASS* UNTUK MENGATASI KONFLIK DI JALAN PEMUDA – JALAN TERUSAN PEMUDA KOTA CIREBON” akan menjelaskan permasalahan yang ada, sehingga dicarikan solusi pada permasalahan tersebut. Maka dari itu perlu adanya fokus masalah yang bertujuan untuk penyusunan skripsi, fokus masalah yang diangkat sebagai berikut :

1. Hanya merencanakan dan mendesain konstruksi jalan *Underpass*.
2. Menghitung dinding penahan tanah (*retaining wall*).
3. Mengvisualisasikan melalui penggambaran 2D dan 3D.
4. Merencanakan *drainase Underpass*.
5. Data yang digunakan hanya data sekunder dari instansi pemerintah.
6. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
7. Tidak menghitung mekanika tanah.

C. Rumusan Masalah dan Identifikasi Masalah

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan, yaitu:

- Bagaimana kondisi lalu lintas dipersimpangan Jalan Pemuda-Jalan Terusan Pemuda ?
- Bagaimana dampak lalu lintas yang terjadi di persimpangan tersebut pada jam – jam sibuk?
- Bagaimana solusi untuk permasalahan tersebut?

2. Identifikasi Masalah

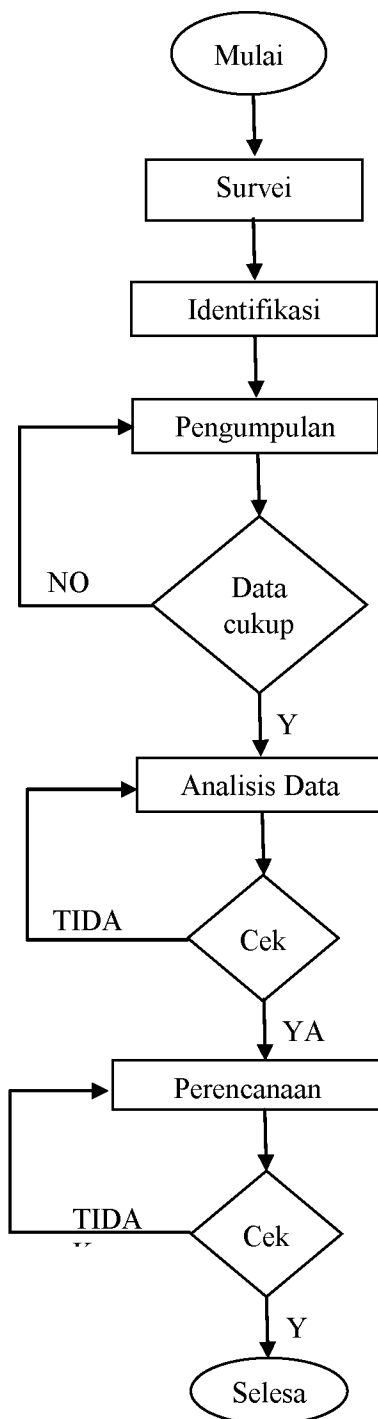
Berdasarkan uraian latar belakang maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda dengan cara bagaimana mengatasi permasalahan lalu lintas pada persimpangan jalan yang sebidang.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan penyusunan tugas akhir ini adalah agar permasalahan yang timbul pada persimpangan tersebut dapat diatasi dengan efektif dan efisien berupa :

- Memperlancar arus lalu lintas di jalan pemuda – Jalan Terusan pemuda.
- Meningkatkan pelayanan persimpangan jalan raya.
- Mengurangi terjadinya konflik dan kecelakaan lalu lintas.

E. Kerangka Pemikiran



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

1. 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*.

a. Aspek Tanah dengan Konstruksi *Underpass*

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada tiga kemungkinan yaitu tanah dalam keadaan diam, tanah dalam keadaan aktif dengan adanya tekanan tanah aktif dan tanah dalam keadaan pasif dengan tekanan tanah pasif.

Pada perencanaan dinding penahan tanah dibutuhkan data– data tanah seperti sudut geser, kohesi dan berat jenis tanah. Data – data tersebut digunakan untuk menghitung tekanan tanah horisontal. Besar tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah dapat dihitung sebagai berikut :

$$K_a = \tan^2 45^\circ - \frac{\Phi}{2}$$

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\Phi}{2} \right)$$

$$P = K_a \cdot \gamma \cdot h \cdot \frac{1}{2} \cdot h$$

Dimana :

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

P = Tekanan tanah

Φ = Sudut geser tanah

h = Tinggi dinding penahan tanah

Dinding kantilever (*cantilever wall*) yang terbuat dari beton bertulang lebih ekonomis karena urugan (*backfill*) dimanfaatkan untuk menahan berat sendiri yang diperlukan. Dinding penahan tanah harus memenuhi kondisi dasar sebagai berikut :

- Tekanan didasar pada ujung kaki (*toe*) dinding tidak boleh lebih besar dari daya dukung yang diijinkan pada tanah.
- Faktor keamanan terhadap gelinciran antara dasar dan lapisan tanah dibawahnya harus memadai. Biasanya ditentukan sebesar 1,5.

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

b. Aspek Tanah dengan Pondasi

Pemilihan bentuk dan tipe pondasi ditentukan oleh keadaan tanah dan pembebanan dimana bangunan tersebut akan didirikan. Tanah harus mampu menahan pondasi dan beban – beban yang dilimpahkan.

Pondasi yang digunakan dalam satu struktur biasanya dipilih dari tiga alternative berikut ini :

- Pondasi langsung

Pondasi langsung merupakan pondasi dangkal. Pondasi ini dipergunakan apabila letak tanah baik dengan kapasitas dukung ijin (Q_U) > 2.0 kg/cm² terletak pada kedalaman 0.60m-2.00m. Pondasi ini juga digunakan bila kedalaman alas kondasi terletak > 3.00 m dibawah dasar sungai / tanah setempat dan bebas dari bahaya penggerusan vertical maupun horizontal.

- Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran di gunakan apabila beban yang bekerja pada struktur pondasi cukup berat dan letak tanah keras dengan $Q_U > 300$ kg/cm² relatif dalam.

- Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang digunakan apabila lapisan atas berupa tanah lunak dan terdapat lapisan tanah keras yang dalam.

2. Aspek Hidrologi

Data _ data hidrologi diperlukan untuk perhitungan drainase, baik perhitungan besarnya debit drainase maupun perhitungan dimensi saluran drainase.

- Mencari besarnya curah hujan untuk periode tertentu dengan rumus Gumbel :

$$X_{TR} = X + \left(0.78 \cdot \left(-\ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{TR} \right) \right) \right) - 0.45 \right) S_x$$

Dimana :

X_{TR} = besarnya curah hujan untuk periode ulang tertentu (mm).

X = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm).

S_x = Standar deviasi

Tr = Periode ulang (tahun).

$(0.78 \cdot (-\ln(-\ln(1-1/TR))) - 0.45)$: faktor frekuensi gumbel.

- mencari debit bandir (Q)
besarnya debit (Q) yang ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Besar debit (m³/detik)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien penyebaran hujan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (Ha)

- menentukan dimensi saluran

$$Q = A \times V$$

Dimana :

Q = debit pengaliran (m³/detik)

A = luas penampang basah (m²)

V = kecepatan pengaliran (m/detik)

3. Aspek Konstruksi

- Pembebanan Pada Konstruksi

Pembebanan yang bekerja pada konstruksi *underpass* baik untuk konstruksi berbentuk gorong – gorong maupun untuk konstruksi berbentuk jembatan adalah sebagai berikut :

- Beban mati

Adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri konstruksi atau bagian dari konstruksi yang ditinjau, termasuk segala unsure tambahan yang dianggap satu kesatuan tetap dengannya. Pada perencanaan *underpass* yang termasuk beban mati adalah :

- Beban sendiri plat lantai atas dan bawah.
- Beban lapisan aspal lantai bawah dan atas.
- Beban akibat tekanan tanah.

- Beban Hidup

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

- Beban T (TT)
- Beban D (TD).

- Beban sekunder

Adalah beban sementara yang perlu diperhitungkan disetiap perencanaan, antara lain :

- Beban angin sebesar 150kg/m² yang bekerja setinggi 2 m diatas lantai kendaraan.
- Gaya rem sebesar 5% dari beban D pada arah memanjang

- Perhitungan beton bertulang

Konstruksi *underpass* direncanakan menggunakan beto konvensional. *Underpass* ini berupa konstruksi abutment yang berarti bahwa struktur yang direncanakan nantinya berupa abutment dan dinding penahan tanah. Abutment selain berfungsi menahan lalu lintas diatasnya tetapi juga sebagai dinding penahan yang menahan beban tekanan tanah aktif. Ketinggian abutment terhadap muka jalan dibawah jembatan harus sesuai ketentuan kelas jalan untuk mendapatkn ruang bebas yang baik

- Pembentukan pada kontribusi beban yang bekerja pada struktur plat beton adalah sebagai berikut :

- Beban kaki abutment / poer

Karena kaki abutment berfungsi sebagai pile cap/ pier yang mengangkat kepala tiang pancang / pondasi sumuran maka beban yang bekerja adalah :

- (a) beban akibat tekanan tanah
- (b) beban sendiri abutment
- Beban pada dinding berfungsi sebagai tembok penahan tanah maka beban yang bekerja adalah tekanan tanah aktif.
- Beban plat lantai jembatan

Plat lantai jembatan menahan beban-beban sebagai berikut :

- (a) Beban lalu lintas
- (b) Beban bahan-bahan struktur perkerasan jalan
- (c) Beban timbunan tanah (bila ada).

Rumus :

$$H_{min} = \frac{L_y (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + (9 \cdot \beta)}$$

$$H_{min} = \frac{-L_y (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36}$$

Dimana :

H_{min} = tebal minimum plat (mm)
 H_{max} = tebal maksimum plat (mm)
 L_y = bentang panjang (mm)
 L_x = bentang pendek (mm)
 F_y = mutu beton (Mpa)
 β = perbandingan bentang panjang dan pendek
 β = L_y / L_x

III. METODE DAN OBYEK PENELITIAN

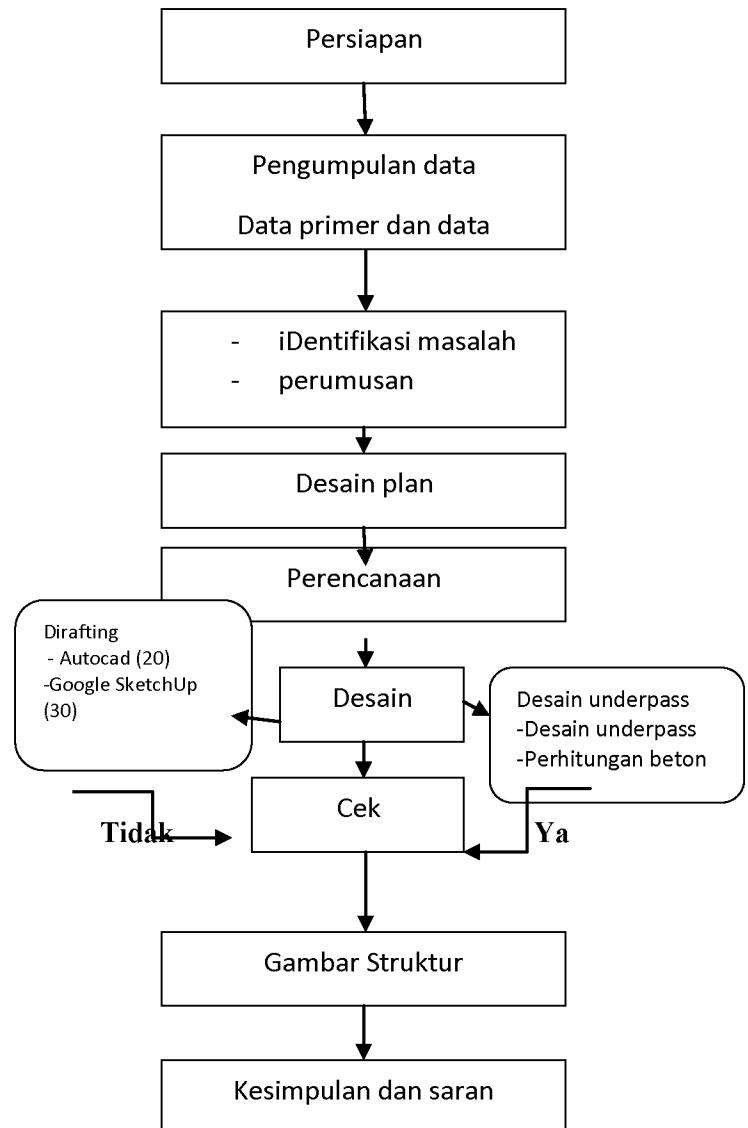
A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode data kualitatif dengan cara survey dan mengamati langsung ke objek penelitian yaitu dipersimpangan jalan pemuda – terusan pemuda.

Desain penelitian dimulai dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan perencanaan. Mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai data dalam obyek. Desain yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mencari data-data berupa data transportasi , data pengukuran tanah dan instansi atau instansi terkait yang diperlukan guna melengkapi data yang dibutuhkan dalam penusunan.

2. Studi literatur dengan mengumpulkan referensi dan metode yang dibutuhkan sebagai tinjauan pustaka baik dari buku maupun media lain (internet).
3. Pengolahan dan analisa data-data yang didapat.
4. Perencanaan *underpass*
5. Pengambilan kesimpulan dan saran dari hasil kajian.



Gambar 3.1 metode pemikiran

B. Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan *underpass* ini berada di Jalan Pemuda – Jalan Terusan Pemuda Kota Cirebon



Gambar 3.2 Lokasi Perencanaan *Underpass*

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Kecepatan rencana (V_r) = 40 – 80 km/jam

Kelandaian = 7%

1. Jarak Pandang Henti (JPH)

Jarak awal reaksi (d_p) :

Waktu reaksi = waktu PIEV + Waktu yang dibutuhkan untuk berhenti

$$= 1,5 \text{ detik} + 1,0 \text{ detik}$$

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

Jadi jarak reaksi (d_p) adalah :

$$d_p = 0,278 \times V \times t$$

Dimana :

d_p : Jarak reaksi (m)

V : Kecepatan rencana (km/jam)

t : Waktu reaksi (detik)

$$d_p = 0,278 \times 16,67 \text{ km/jam} \times 2,5 \text{ s}$$

$$d_p = 11,59 \text{ m}$$

Jarak awal pengereman (d_b) :

$$d_b = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f - G)}$$

Diketahui :

$$V = 60 \text{ km/jam} = 16,67 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Δ = dengan kecepatan rencana, maka $\Delta = 8$

$$G = \tan 8 = 0,14 \text{ (\%)}$$

$$F = 0,330 \text{ (menurut bina marga)}$$

$$d_b = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f - G)}$$

$$d_b = \frac{16,67^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (0,330 - 0,14 \text{ (\%)})}$$

$$d_b = 43,10 \text{ m}$$

adi, Jarak pandang henti (JPH) nya adalah :

JPH = Jarak reaksi + Jarak Pengereman

$$= 11,59 \text{ m} + 43,10 \text{ m}$$

$$\text{JPH} = 54,69 \text{ m}$$

Perhitungan panjang lengkung vertikal:

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

Dimana :

L : Panjang lengkung vertikal (m)

Δ : kelandaian 8 (%) dan kecepatan rencana 60 km/jam

S : Jarak pandang henti (m) = 75m

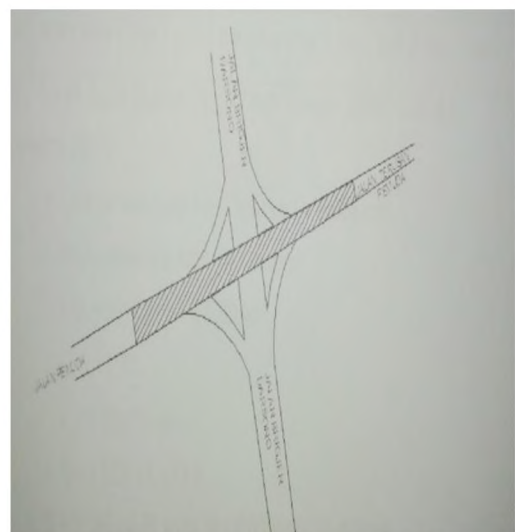
$$L = \frac{8 \times 75^2}{150 + 3,5 \times 75} = 109,1 \text{ m}$$

Jadi, panjang lengkung vertikal adalah 109,1 m.

B. Pembahasan

Desain *underpass* :

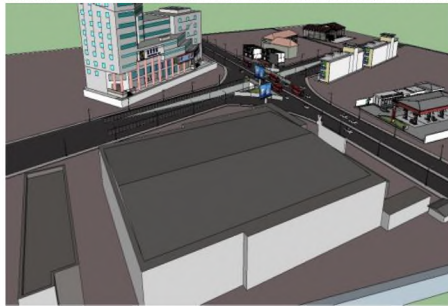
Pada prinsipnya desain sebuah struktur harus saling mengikat agar tercipta suatu struktur yang kuat dan dapat dipertanggung jawabkan. Pada perencanaan *underpass* di Jalan Pemuda- di jalan Terusan Pemuda terdapat struktur *Duble box* struktur dinding penahan tanah (*retaining wall*), dan struktur drainase sebagai penunjang perencanaan *underpass*.



Gambar 4.1 *Site Plan* Perencanaan *Underpass*

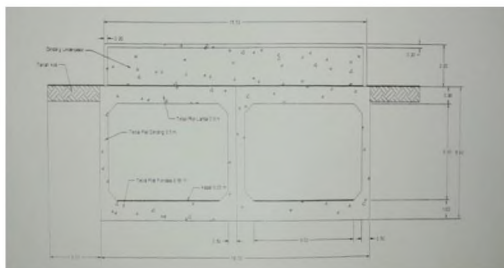


Gambar 4.2 3D Arah Box Culvert Arah Utara



Gambar 4.3 3D Arah Box Culvert Arah Selatan

Perhitungan Box Culvert



Gambar 4.4 Tampak Depan Box Culvert

Tabel 4.1 Dimensi Box Culvert

Tabel 4.2 Bahan Struktur

MUTU BETON		
1.	Kuat tekan beton	$f_c' = 55 \text{ Mpa}$
2.	Modulus elastik (Plat Lantai Atap dan Dinding) $E_c = 4700 \times \sqrt{f_c'}$ (Plat Pondasi)	$E_c = 34856,13 \text{ Mpa}$
3.	Angka poisson	$\delta = 0,20$
4.	Modulus geser (Plat Lantai Atap dan Dinding) $G = \frac{E_c}{2 \times (1 + \delta)}$ (Plat Pondasi)	$G = 14523,39 \text{ Mpa}$
5.	Koefisien muai panjang untuk beton	$\alpha = 1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$

MUTU BAJA		
1.	U-40	$f_y = 400 \text{ Mpa}$
BERAT JENIS BAHAN		
1.	Berat beton bertulang	$w_c = 25 \text{ kN/m}^3$
2.	Berat beton tidak bertulang	$w^c = 24 \text{ kN/m}^3$
3.	Berat aspal padat	$w_a = 22 \text{ kN/m}^3$
4.	Berat jenis air	$w_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$
5.	Berat tanah dipadatkan	$w_s = 17,20 \text{ kN/m}^3$
6.	Berat tanah asli	$w_s = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Setelah menghitung pembebanan dengan menggunakan *software* SAP2000 v.15 maka didapat momen sebagai berikut :

DIMENSI BOX CULVERT		
1.	Lebar box culvert	$L = 16 \text{ m}$
2.	Tinggi box culvert	$H = 6,9 \text{ m}$
3.	Lebar box culvert (sisi dalam)	$l = 7 \text{ m}$
4.	Tinggi box culvert (sisi dalam)	$h = 5 \text{ m}$
5.	Tebal plat lantai atap	$h_1 = 0,9 \text{ m}$
6.	Tebal plat dinding	$h_2 = 0,5 \text{ m}$
7.	Tebal plat pondasi	$h_3 = 1 \text{ m}$
8.	Tebal selimut beton	$t_s = 0,05 \text{ m}$
9.	Tebal lapisan aspal	$t_a = 0,05 \text{ m}$
10.	Tinggi genangan air hujan	$t_h = 0,05 \text{ m}$

Tabel 4.3 Momen Plat Lantai Box Culvert

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Berat Sendiri (MS)	K_{MS}	+280,4796	-469,9240
2	Beban Mati Tambahan (MA)	K_{MA}	+70,2423	-117,5149
3	Tekanan Tanah (TA)	K_{TA}	-0,0649	-0,2565
4	Beban "D" (TD)	K_{TD}	+2248,6750	-3021,4059
5	Gaya Rem (TB)	K_{TB}	-0,0651	-0,3224
6	Beban Angin (EW)	K_{EW}	+8,0551	-13,4761
7	Pengaruh Temperatur (ET)	K_{ET}	-0,0858	-0,2506
8	Beban Gempa Statik (EQ)	K_{EQ}	-0,2132	-1,0990
9	Tekanan Tanah Dinamis (EQ)	K_{EQ}	-0,0391	-0,1543

Tabel 4.4 Momen Plat Dinding Box Culvert

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Berat Sendiri (MS)	K_{MS}	-0,2682	-0,5253
2	Beban Mati Tambahan (MA)	K_{MA}	-0,1360	-0,2664
3	Tekanan Tanah (TA)	K_{TA}	+72,3311	-167,6988
4	Beban "D" (TD)	K_{TD}	+1,6190	+3,1709
5	Gaya Rem (TB)	K_{TB}	-0,0962	-0,1886
6	Beban Angin (EW)	K_{EW}	+0,0156	+0,0305
7	Pengaruh Temperatur (ET)	K_{ET}	-0,2744	-0,5374
8	Beban Gempa	K_{EQ}	-0,3778	+0,7407

	Statik (EQ)			
9	Tekanan Tanah Dinamis (EQ)	K_{EQ}	+38,7348	-92,301

Tabel 4.5 Kombinasi Momen Ultimit Plat Lantai Atas

No	Jenis Beban	Joint 1 (P_1 = kN)	Joint 5 (P_2 = kN)
1	Kombinasi 1	+4560,4939	-6298,1628
2	Kombinasi 2	+2763,1999	-3883,9372
3	Kombinasi 3	+504,7746	-845,7333

No	Jenis Beban	Momen Lapangan (kNm)	Momen Tumpuan (kNm)
1	Kombinasi 1	+93,5167	-2094946
2	Kombinasi 2	+92,2468	-2095473
3	Kombinasi 3	+129,3920	-271,5611

Tabel 4.6 Kombinasi Momen Ultimit Plat Dinding

Perhitungan Daya Dukung Tanah :

Lebar dasar pondasi *box culvert*, $L = 16$ m

Kedalaman pondasi *box culvert*, $Z = 1,00$ m

Berat volume tanah, $\gamma = 18,00$ kN/m³

Sudut gesek dalam, $\phi = 22^\circ$

Kohesi tanah, $c = 1,2$ kN/m²

Faktor aman, $SF = 3$

Daya dukung tanah menurut Terzaghi

$$q_{ult} = c \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0,5 \times \gamma \times L \times N_\gamma$$

Dimana :

q_{ult} = Daya dukung ultimit untuk pondasi memanjang (kN/m²)

c = Kohesi tanah (kN/m²)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

L = Lebar pondasi (m)

Z = Kedalaman pondasi (m)

N_c = Faktor daya dukung tanah akibat kohesi tanah

N_q = Faktor daya dukung tanah akibat beban terbagi rata

N_γ = Faktor daya dukung tanah akibat berat tanah

Dengan sudut gesek 22° , didapat N_c , N_q , N_γ dengan interpolasi dari tabel 4.22, yaitu :

$$N_c = 17,922$$

$$N_q = 8,333$$

$$N_\gamma = 7,33$$

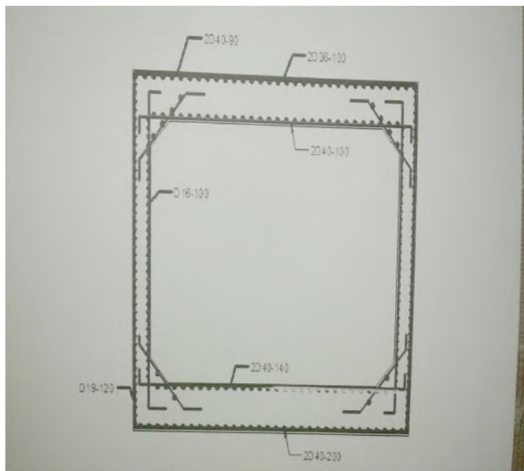
$$q_{ult} = c \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0,5 \times \gamma \times L \times N_\gamma$$

$$q_{ult} = 1227,0204 \text{ kN/m}^2$$

$q_a = q_{ult}/SF$
 $q_a = 409,007 \text{ kN/m}^2$
 Faktor reduksi kekuatan, $\phi = 0,80$
 Kapasitas dukung tanah, $\phi \times q_a = 409,007 \text{ kN/m}^2$
 Kontrol kapasitas daya dukung tanah :
 Ditinjau plat dasar selebar, $b = 1,00 \text{ m}$
 Panjang bentang *box culvert*, $L = 16 \text{ m}$
 Gaya reaksi masing – masing *joint* :
 $P_1 = 1758,31 \text{ kN}$ dan $P_2 = 1756,08 \text{ kN}$
 Beban ultimit pada tanah dasar :
 $P_u = P_1 + P_2 = P_u = 3514,39 \text{ kN}$
 Luas dasar pondasi, $A = L \times b = A = 16 \text{ m}^2$
 Tegangan ultimit pada dasar pondasi :
 $Q_u = P_u / A = Q_u = 219,649 \text{ kN/m}^2$
 $Q_u < q_a \dots \dots \text{Aman (OK)}$

Tabel 4.8 Rekap Pembesian *Box Culvert*

	Tulangan Lapangan	Tulangan Tumpuan
Plat Lantai Atap	2D36-100	2D40-90
Plat Dinding	D16-100	D19-120
Plat Pondasi	2D40-140	



Gambar 4.5 Penulangan *Box Culvert*

Perencanaan Drainase :

Panjang saluran drainase (P) = 109,1 m , 218,2
 L : Perkerasan Jalan (aspal) = 16 m
 Tentukan luas daerah (A) = $P \times L = 16 \times 238,2 \text{ m}^2$
 $= 3811 \text{ m}^2$
 Selanjutnya tentukan besar nya koefisien C :
 Aspal L_1 , koefisien $C = 0,70$

Diketahui :

$V = 1,5 \text{ m/detik}$
 $n = 0,013$

$i_s = 2\% = 0,02$
 $l_0 = 7,80 \text{ m}$
 $P = 295,276 \text{ m}$
 $t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,80 \times \frac{0,013}{0,02} \right)^{0,167}$
 $= 1,494 \text{ menit}$
 $t_2 = \frac{295,276}{60 \times 1,5} = 3,281 \text{ menit}$
 $T_c = t_1 + t_2 = 1,678 + 3,281 = 4,775 \text{ menit}$

Selanjutnya menghitung intensitas hujan maksimum dan debit :

Dengan menggunakan metode Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t_c = Waktu konsentrasi (jam) = $4,775 / 60 = 0,0796 \text{ jam}$

R_{24} = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm) = 15,186 mm

$$I = \frac{15,186}{24} \times \left(\frac{24}{0,0796} \right)^{\frac{2}{3}} = 28,451 \text{ mm/jam}$$

Hitung Besarnya Debit

Perhitungan menggunakan rumus berikut :

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A$$

Ket :

Q = Debit banjir rencana (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran = 0,70

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) = 199,58 mm/jam

A = Luas daerah pengaliran (km²) = $3811,2 \text{ m}^2 = 0,0030 \text{ km}^2$

$$Q = 1/3,6 \times 0,70 \times 199,58 \times 3811,2 = 0,116 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Penentuan Dimensi Saluran

Penentuan dimensi diawali dengan penentuan bahan

Saluran direncanakan dibuat dari beton dengan kecepatan aliran yang diijinkan 1,50 m/detik

Bentuk penampang : segi empat

Kemiringan saluran yang diijinkan : sampai dengan 3%

Angka kekasaran permukaan saluran Manning = $n = 0,014$

Tentukan kecepatan saluran (V) < kecepatan ijin
dan kemiringan saluran

$V = 1,3 \text{ m/detik} (< V \text{ ijin} = 1,50 \text{ m/detik})$

is = 2%

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i s^{1/2} \quad R = \frac{A}{P}$$

Ket:

V = Kecepatan rata – rata dalam saluran
(m/detik)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Radius hidrolis

is = Kemiringan saluran

A = Luas saluran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

Dengan dimensi : $h = 0,5 \text{ m}$

Maka, $R = A/P = (h \times b) / (2h + b) = 0,5b / (1 + b)$

Dari persamaan rumus didapat :

$$1,3 = \frac{1}{0,014} \times \left(\frac{0,5b}{1+b} \right)^{2/3} \times 2\%^{1/2}$$

Maka, lebar saluran (b) = 0,5 m

Tentukan tinggi jagaan saluran

$$w = \sqrt{0,5 \times h} = \sqrt{0,5 \times 0,5} = 0,5 \text{ m}$$

Perencanaan Dimensi Tampungan

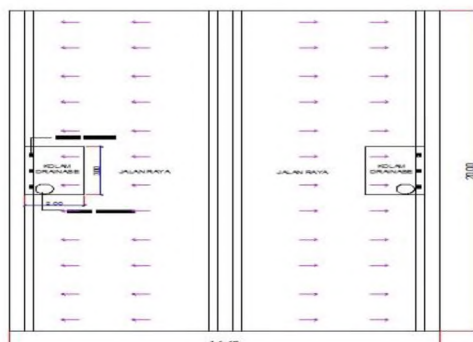
Karena ada 2 *Duble Box* culvert, maka menggunakan 2 tampungan dengan dimensi :

$$P \times L \times T = 3 \text{ (P)} \text{ m} \times 3 \text{ (L)} \text{ m} \times 1,2 \text{ (T)} \text{ m} = 13,5 \text{ m}^3$$

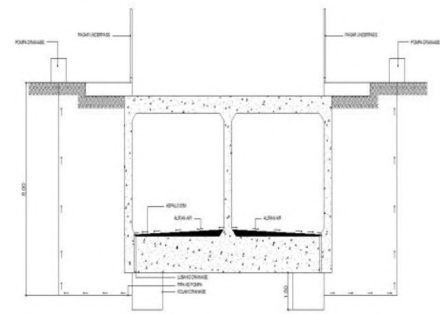
$$2 \text{ tampungan} = 2 \times 13,5 = 27 \text{ m}^3$$

Jadi bila curah hujan $0,05 \text{ m}^3/\text{detik} = 3 \text{ m}^3/\text{menit}$

Dalam 1 menit hujan, tampungan dalam keadaan aman, tampungan tidak aman dalam waktu 4 menit karena debit sudah mencapai 12 m^3 .

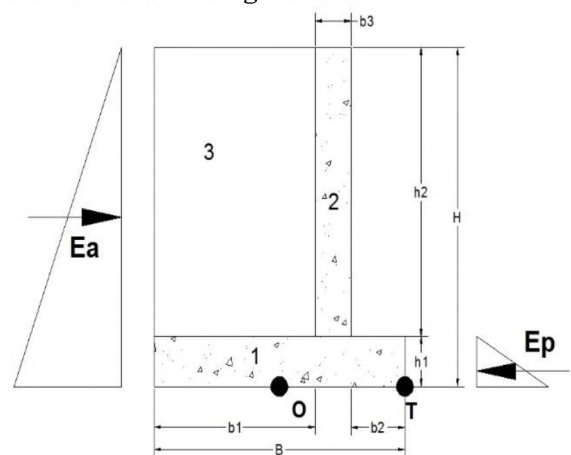


Gambar 4.6 Tampak Atas Perencanaan Drainase



Gambar 4.7 Tampak Depan Perencanaan Drainase

Perencanaan Dinding Penahan Tanah :



Gambar 4.8 Dinding Penahan Tanah

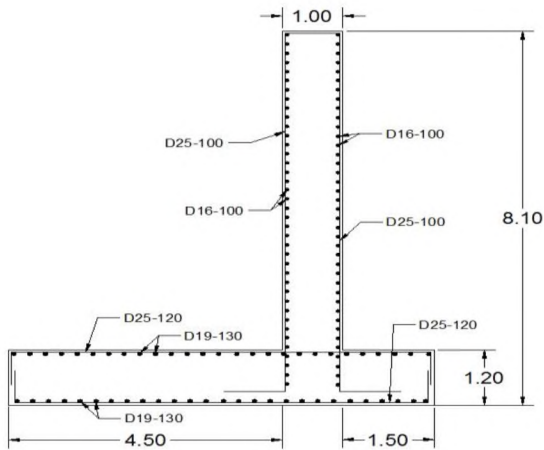
Bi da ng	Besar (kN/m)	Lengan Terhad ap T (m)	Lengan Terhad ap O (m)	Momen Terhadap T (kNm)	Momen Terhadap O (kNm)
1	210	3.5	0	735	0
2	172.5	2	1.50	345	258.750
3	534.1	3.5	1.25	1869	667.575
	916.6				
Ep	50.857	0.4	0.4	20.343	20.343
				2969.553	946.668
Ea	56.564	2.7	2.7	152.723	152.723
				2816.830	793.945

Keterangan :

H =	8.1	m
h1 =	1.2	m
h2 =	6.9	m
B =	7	m
b1 =	4.5	m
b2 =	1.5	m
b3 =	1	m

Tabel 4.9 Momen Dinding Penahan Tanah

Tabel 4.10 Rekap Pembesian Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.9 Penulangan Dinding Penahan Tanah

- untuk tulangan dan tulangan 2D40-90 untuk tumpuan.
- b. Penulangan plat dinding yang mempunyai ketebalan 400 mm menggunakan tulangan D16-100 untuk lapangan dan tulangan D19-120 untuk tumpuan.
- c. Penulangan plat pondasi yang mempunyai ketebalan 950 mm menggunakan tulangan 2D40-100.

	Tulangan Utama	Tulangan Sengkang
Bidang 1	2D34-100	2D40-100
Bidang 2	D40-150	D22-150

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- Perencanaan *underpass* tetap ada perlintasan sebidang dengan lebar jalan 3 m sebanyak 1 jalur 2 lajur 1 arah. Dan pada jalan *underpass* nya terdapat 1 jalur 2 lajur 1 arah dengan lebar masing – masing lajur 3 m dan tinggi kendaraan maksimum 5,1 m.
- Panjang total struktur *underpass* di jalan Pemuda – jalan terusan pemuda adalah 295,276 m, yang terdiri dari :
 - Ramp Utara = 109,1 m
 - Ramp Selatan = 109,1 m
 - Panjang *box culvert* utara = 10,5 m
 - Panjang *box culvert* selatan = 10,5 m
- Dari hasil analisis, kemacetan yang terjadi di persimpangan ini diakibatkan oleh kapasitas ruas jalan yang sudah mencapai titik jenuh yang cukup signifikan sehingga perlu dilakukan pembangunan simpang tak sebidang.
- Titik konflik yang terjadi sebelum dibangunnya *underpass* yaitu sebanyak 8 titik konflik. Dengan dibangunnya *underpass* titik konflik menjadi 5 titik konflik.
- Dari perhitungan struktur *box culvert* didapat hasil sebagai berikut :
 - Penulangan plat lantai atap yang mempunyai ketebalan 800 mm menggunakan tulangan 2D36-100

B. Saran

- Perencanaan *underpass* harus memperhatikan kondisi eksisting yang ada terkait dengan tata guna lahan dan harus menghindari fasilitas umum.
- Permodelan dan pembebanan sangat berpengaruh besar terhadap benar atau tidaknya hasil perhitungan yang akan diperoleh. Kesalahan pada kedua hal tersebut mengakibatkan kesalahan pada dimensi akhir.
- 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.
- 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

1. Buku - buku

- Anggraini, N. 2011. “*Underpasses Planning of The Main Street Gandaria City Using Soldier*”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Anwar, Saihul. 2013. “*Rekayasa Pondasi*”. Yogyakarta : Deepublish.
- Arifin, M.Z., Wibisono, F. 2008. “*Perencanaan Underpass Simpang Tujuh Joglo Surakarta (Design Of Simpang Tujuh Joglo Surakarta Underpass)*”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Asroni, A. 2010. “*Kolom Pondasi & Balok T Beton Bertulang*”. Surakarta: Graha Ilmu.
- Dewi, A.I., Nurcahyo, C.B. 2014. “*Analisa Resiko Pada Proyek Pembangunan Underpass Di Simpang Dewa Ruci Kuta Bali*”. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Lantip, M._____.”*Perencanaan Sistem Drainase*”.Tugas Rekayasa Lingkungan”. Fakultas Teknik. Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Pramono, K. (2015). “*Analisis Pengembangan Jalan Tidak Sebidang (Underpass) Di Jalan RA KArtini Kota Cirebon*”. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Universitas Swadaya Gunung Jati. Cirebon.

2. Lain – Lain

- “Dampak Positif dan Negatif dari Kebijakan Mobil Murah”, Republika, 24 September 2013. Diakses 2 September 2015, dari: www.republika.co.id.
- Anonim (2004), RSNI T-14-2004 *Tentang Geometri Jalan Perkotaan*, Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (2005), RSNI T-02-2005 *Tentang Standar Pembebanan Untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (2008), SNI 2833:2008 *Tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional.
- Ilham, M.N. (2008). *Perhitungan Struktur Box Culvert*. [Online]. Tersedia :<http://dokumen.tips/documents/desain-box-culvertpdf.html>. [22 Oktober 2015].
- Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Perkotaan. (2013). *Perhitungan*

Struktur Box Culvert. Samarinda : PNPM-MP.

- Wahyudi. (2015). *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang dengan SAP2000 v11.0*. [Online]. Tersedia :<http://docslide.nl/documents/modul-sap2000-v11-ok.html> [7 November 2015].