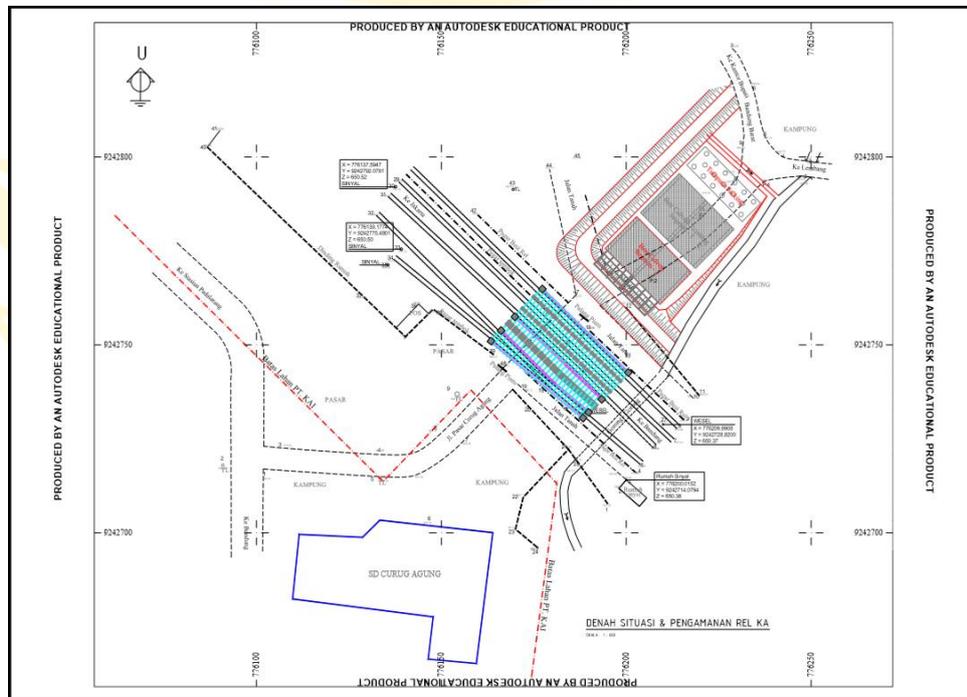


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

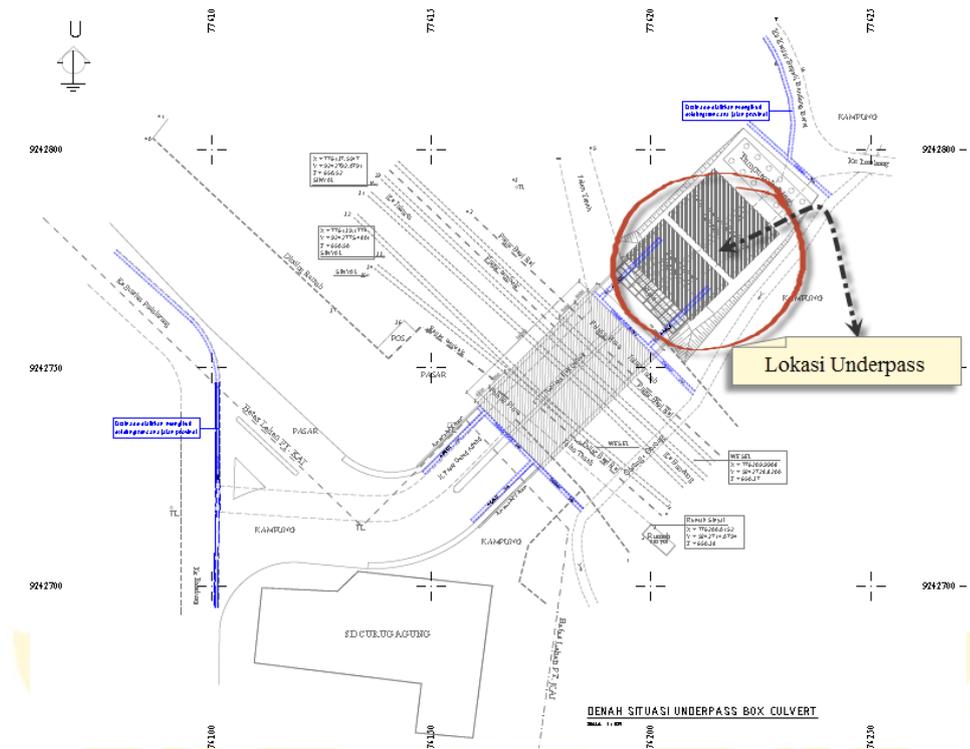
2.1. Definisi *Underpass*

Underpass adalah jalan melintang di bawah jalan lain atau persilangan tidak sebidang dengan membuat terowongan di bawah muka tanah. Di perlukan konstruksi yang tepat dalam pembuatan jalan *underpass* tersebut. Sistem *box culvert* atau *box underpass* dipakai pada proyek *underpass* Rantau prapat-Kota pinang.



Gambar 2.1 Denah Sket Rel Kereta Api

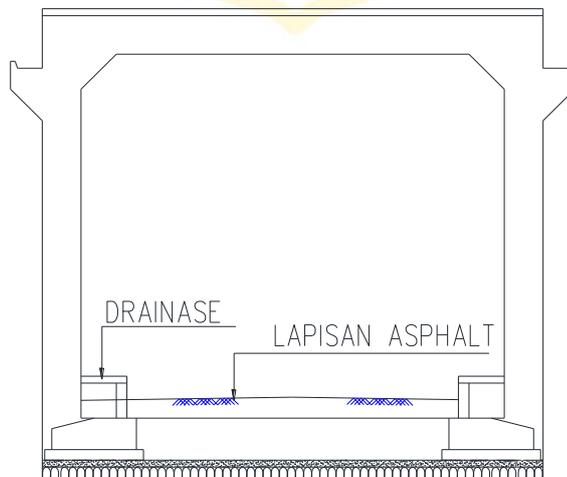
Sumber : Siteplan Rencana



Gambar 2.2 Lokasi Box Underpass

Sumber : Siteplan Rencana

Box underpass adalah sebuah panel terowongan yang didesain dengan ukuran tertentu sebagai tempat lewatnya kendaraan pada jalan underpass.



Gambar 2.3. Tampak Depan Box Underpass

2.2. Landasan Teori

Proyek pembangunan, terutama pembangunan jalan terowongan atau *Underpass* merupakan bukan hal yang baru, apa yang berubah dan merupakan hal yang baru ialah dimensi dari proyek tersebut, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Seiring dengan perubahan tersebut munculah persaingan yang ketat, hal ini yang mendorong para pengusaha mencari dan menggunakan cara-cara pengolahan, metode serta teknik yang baik, sehingga penggunaan sumber daya benar-benar efektif dan efisien.

Metode konstruksi *Jacking Box* adalah metode pembangunan jalan *Underpass* dimana dengan cara didorong. Metode ini dilakukan dari salah satu sisi *Box Underpass* untuk peletakkan unit alat jack. (Anthony Lynn, 2006)

2.3. Infrastruktur

Infrastruktur adalah keseluruhan elemen yang dapat berguna untuk berfungsinya perekonomian dengan memfasilitasi sirkulasi barang, manusia dan ide. Setiap usaha untuk meningkatkan dan mendiversifikasi produksi, memperluas perdagangan, menyebarkan penduduk, mengurangi kemiskinan, serta memperbaiki kondisi lingkungan dengan membutuhkan prasarana infrastruktur. (Meiningtyas Dwi Hidayatika, 2007).

Menurut *Macmillan Dictionary of Modern Economics* (1996), infrastruktur merupakan elemen structural ekonom yang memfasilitasi arus barang dan jasa. Sedangkan *The Routledge Dictionary of Economics* (1995) memberikan pengertian yang lebih luas yaitu bahwa infrastruktur juga merupakan pelayan utama dari suatu

Negara yang membantu kegiatan ekonomi dan kegiatan masyarakat sehingga dapat berlangsung melalui penyediaan transportasi dan fasilitas pendukung lainnya. Banyak definisi dari bacaan mengenai infrastruktur menunjukkan adanya beberapa kesamaan unsur (Slootweg dan Verhoef, 1999), seperti:

1. Infrastruktur adalah suatu sistem yang besar.
2. Infrastruktur memiliki dimensi teknologi yang kuat.
3. Infrastruktur terdiri dari komponen fisik yang tidak dapat dipindah-pindah.
4. Infrastruktur memberikan jasa yang penting dan sulit tergantikan.

2.4 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan kabel dan jalan lori. (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006)

Jalan raya adalah jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas hewan, manusia dan kendaraan yang dapat mengangkut barang dari suatu tempat menuju tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Clarkson H.Oglesby, 1999)

Jalan menurut Undang Undang No.13 Tahun 1980 adalah suatu prasarana penghubung darat dalam bentuk apapun, tidak terbatas pada bentuk jalan yang konvensional yaitu jalan pada permukaan tanah, akan tetapi juga jalan yang melintasi sungai besar/danau/laut, di bawah permukaan tanah dan air (terowongan) dan di atas permukaan tanah (jalan layang), meliputi segala bagian jalan termasuk

bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperhitungkan bagi lalu lintas (kendaraan, orang atau hewan). Tidak termasuk dalam pengertian ini adalah jalan rel (jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel).

Bangunan pelengkap jalan adalah bangunan yang tidak dapat dipisahkan dari jalan, Antara lain : jembatan, lintas atas (*overpass*), lintas bawah (*underpass*), tempat parker, gorong-gorong, tembok penahan tanah dan saluran air jalan. Sedangkan yang termasuk perlengkapan jalan Antara lain : rambu-rambu lalu lintas, tanda-tanda jalan (marka), pagar pengaman lalu lintas, pagar Daerah Milik Jalan (DMJ) dan patok-patok DMJ, patok hectometer, patok kilometer, lampu penerangan jalan, lampu pengatur lalu lintas (*traffic light*).

Sedangkan menurut UU No.38 Tahun 2004 adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/ air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

Berdasarkan pembinaan jalan dan statusnya dapat dibedakan menjadi : Jalan Nasional adalah jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Menteri Pekerjaan Umum. Adapun Jalan Daerah ialah jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Pemerintah Daerah, yaitu Jalan Propinsi dibina oleh Pemerintah Daerah Tingkat I, Jalan Kabupaten/Kotamadya dibina oleh Pemerintah Tingkat II, serta Jalan Kabupaten/Kotamadya dibina oleh Pemerintah Desa. Jalan Khusus pembinaannya dilakukan oleh Instansi/Badan Hukum yang terkait dengan penggunaannya.

Kegunaan serta fungsi jalan dapat didasarkan pada berbagai hal baik secara fisik maupun pelayannannya. Berdasarkan kapasitas jalan dan muatannya maka menurut UU No. 38 tahun 2004 diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Jalan Arteri

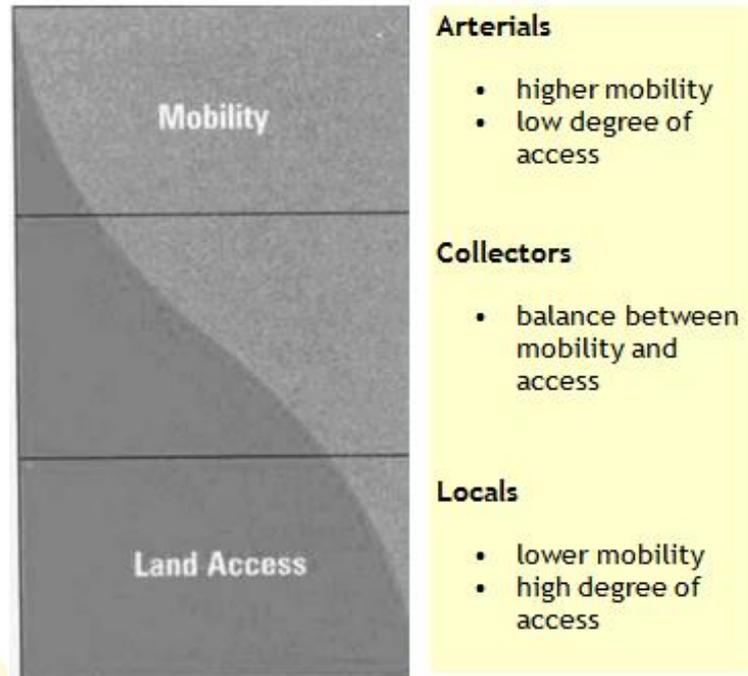
Yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara efisinesi.

2. Jalan Kolektor

Merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul dengan ciri perjalanan jarak sedang, dengan kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, dengan kecepatan rata-rata rendah dan akses jalan masuk tidak dibatasi.



Gambar 2.4 Diagram Penentuan Kelas Jalan

Sumber : Google Image

2.5. Jalan Lintas Bawah (*Underpass*)

Underpass merupakan bangunan terowongan yang termasuk sebagai sarana transportasi barang dan manusia. Menurut Asiyanto dalam *hand outnya*, setelah perencana menetapkan penampang dalam terowongan yang dikehendaki (*inside cross-section*), maka segera diikuti dengan keputusan material yang digunakan umumnya adalah kayu dan besi. Terkadang suatu terowongan melalui berbagai jenis tanah. Untuk tanah yang stabil diperlukan penyangga yang lebih sedikit/kecil dibanding untuk tanah yang kurang stabil, karena berbeda beban yang harus dipikul oleh penyangga tersebut.

Dalam *hand outnya* Asiyanto juga mengatakan masalah yang dihadapi untuk pelaksanaan terowongan adalah stabilitas struktur tanah yang terganggu akibat galian terowongan dan air tanah yang mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

Untuk menghadapi jensi tanah yang lunak biasanya lebih sulit karena setelah penggalian, tanah harus segera disupport.



Gambar 2.5 Underpass Box Culvert
Sumber : Dokumentasi Penulis



Gambar 2.6 Underpass Box Culvert
Sumber : Dokumentasi Penulis



Gambar 2.7 Underpass Box Culvert

Sumber : Dokumentasi Penulis

2.6. Definisi Struktur Jalur Rel

Prasarana kereta api adalah jalur dan stasiun kereta api termasuk fasilitas yang diperlukan agar sarana kereta api dapat dioperasikan. Fasilitas penunjang kereta api adalah segala sesuatu yang melengkapi penyelenggaraan angkutan kereta api yang dapat memberikan kemudahan serta kenyamanan bagi pengguna jasa angkutan kereta api. Prasarana kereta api lebih terperinci lagi dapat digolongkan sebagai :

1. Jalur atau jalan rel,
2. Bangunan stasiun,
3. Jembatan,
4. Sinyal dan telekomunikasi.

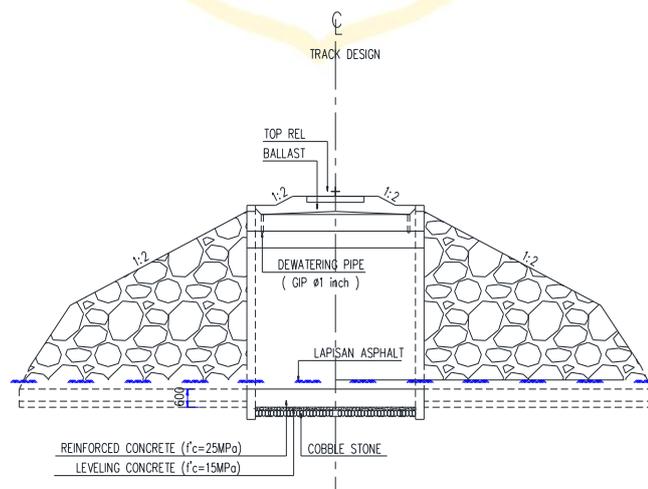
Untuk kajian di bidang ketekniksipilan, lebih banyak terfokus kepada prasarana kereta api pada pembangunan jalur atau jalan rel, bangunan stasiun dan jembatan. Meskipun demikian, dalam lingkup kajian prasarana transportasi disini, pembahasan materi studi lebih ditumpukan kepada perencanaan, pembangunan dan pemeliharaan prasarana jalur dan jalan rel.

Struktur jalan rel merupakan suatu konstruksi yang direncanakan sebagai prasarana atau infrastruktur perjalanan kereta api. Gambar konstruksi jalan rel yang tampak secara visual ditunjukkan seperti pada Gambar 2.10 dan secara skematik yang digambarkan potongan melintang seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.8. Tampak Konstruksi Jalan Rel Secara Visual

Sumber : Google Image



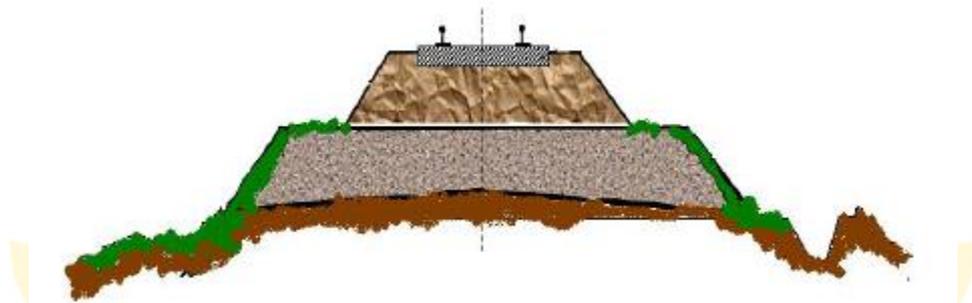
Gambar 2.9. Potongan Melintang Jalan Rel

Sumber : Data Proyek

Secara konstruksi, jalan rel dibagi dalam dua bentuk konstruksi, yaitu :

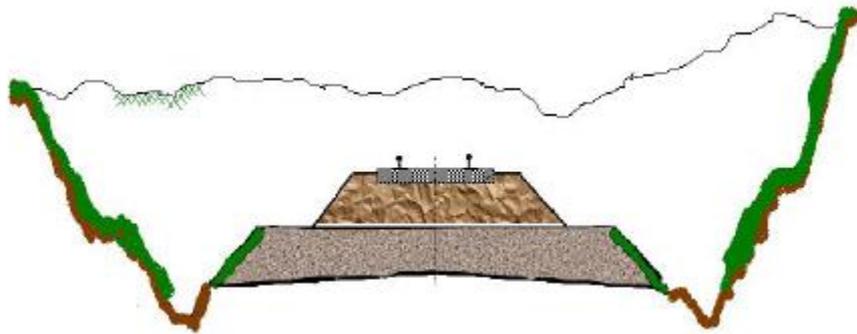
- a. Jalan rel dalam konstruksi timbunan,
- b. Jalan rel dalam konstruksi galian.

Jalan rel dalam konstruksi timbunan biasanya terdapat pada daerah persawahan atau daerah rawa, sedangkan jalan rel pada konstruksi galian umumnya terdapat pada medan pergunungan. Contoh potongan konstruksi jalan rel pada daerah timbunan dan galian adalah sebagai berikut :



Gambar 2.10. Potongan Melintang Jalan Rel dalam Konstruksi Timbunan

Sumber : Google Image



Gambar 2.11. Potongan Melintang Jalan Rel dalam Konstruksi Galian

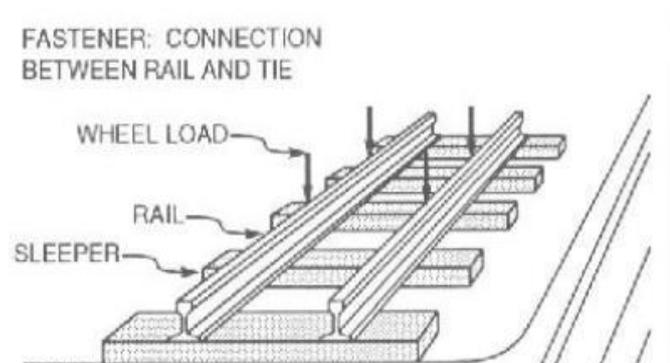
Sumber : Google Image

2.6.1. Komponen Struktur Jalan Rel

Struktur jalan rel dibagi ke dalam dua bagian struktur yang terdiri dari kumpulan komponen-komponen jalan rel yaitu :

- a. Struktur bagian atas, atau dikenal sebagai superstructure yang terdiri dari komponen-komponen seperti rel (*rail*), penambat (*fastening*) dan bantalan (*sleeper, tie*).
- b. Struktur bagian bawah, atau dikenal sebagai substructure, yang terdiri dari komponen balas (*ballast*), subbalas (*subballast*), tanah dasar (*improve subgrade*) dan tanah asli (*natural ground*). Tanah dasar merupakan lapisan tanah di bawah subbalas yang berasal dari tanah asli tempatan atau tanah yang didatangkan (jika kondisi tanah asli tidak baik), dan telah mendapatkan perlakuan pemadatan (*compaction*) atau diberikan perlakuan khusus (*treatment*). Pada kondisi tertentu, balas juga dapat disusun dalam dua lapisan, yaitu : balas atas (*top ballast*) dan balas bawah (*bottom ballast*).

Konstruksi jalan rel merupakan suatu sistem struktur yang menghimpun komponen-komponennya seperti rel, bantalan, penambat dan lapisan fondasi serta tanah dasar secara terpadu dan disusun dalam sistem konstruksi dan analisis tertentu untuk dapat dilalui kereta api secara aman dan nyaman. Gambar dibawah menjelaskan bagian-bagian struktur atas dan bawah konstruksi jalan rel dan secara skematik menjelaskan keterpaduan komponenkomponennya dalam suatu sistem struktur.



Gambar 2.12. Struktur Jalan Rel

Sumber : Google Image

Secara umum komponen-komponen penyusun jalan rel dijelaskan sebagai berikut :

1. Rel (*Rail*) Rel merupakan batangan baja longitudinal yang berhubungan secara langsung, dan memberikan tuntunan dan tumpuan terhadap pergerakan roda kereta api secara berterusan. Oleh karena itu, rel juga harus memiliki nilai kekakuan tertentu untuk menerima dan mendistribusikan beban roda kereta api dengan baik.
2. Penambat (*Fastening System*) Untuk menghubungkan diantara bantalan dengan rel digunakan suatu sistem penambat yang jenis dan bentuknya bervariasi sesuai dengan jenis bantalan yang digunakan serta klasifikasi jalan rel yang harus dilayani.
3. Bantalan (*Sleeper*) Bantalan memiliki beberapa fungsi yang penting, diantaranya menerima beban dari rel dan mendistribusikannya kepada lapisan balas dengan tingkat tekanan yang kecil, mempertahankan sistem penambat untuk mengikat rel pada kedudukannya, dan menahan pergerakan rel arah longitudinal, lateral dan vertikal. Bantalan terbagi menurut bahan konstruksinya, seperti bantalan besi, kayu maupun beton. Perancangan bantalan yang baik sangat diperlukan supaya fungsi bantalan dapat optimal.

2.6.2 . Kriteria Struktur Jalan Rel

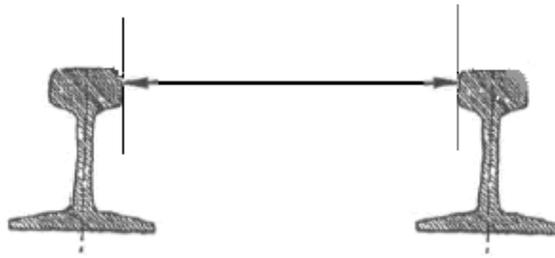
1. Kekakuan (*stiffness*) Kekakuan struktur untuk menjaga deformasi vertikal dimana deformasi vertikal yang diakibatkan oleh distribusi beban lalu lintas kereta api merupakan indikator utama dari umur, kekuatan dan kualitas jalan rel. Deformasi vertikal yang berlebihan akan menyebabkan geometrik jalan rel tidak baik dan keausan yang besar diantara komponen-komponen struktur jalan rel.

2. Elastisitas (*Elastic/Resilience*) Elastisitas diperlukan untuk kenyamanan perjalanan kereta api, menjaga patahnya as roda, meredam kejutan, impact, getaran vertikal. Jika struktur jalan rel terlalu kaku, misalnya dengan pemakaian bantalan beton, maka untuk menjamin keelastikan struktur dapat menggunakan pelat karet (rubber pads) di bawah kaki rel.
3. Ketahanan terhadap Deformasi Tetap Deformasi vertikal yang berlebihan akan cenderung menjadi deformasi tetap sehingga geometrik jalan rel (ketidakrataaan vertikal, horisontal dan puntir) menjadi tidak baik, yang pada akhirnya kenyamanan dan keamanan terganggu.
4. Stabilitas Jalan rel yang stabil dapat mempertahankan struktur jalan pada posisi yang tetap/semula (vertikal dan horisontal) setelah pembebanan terjadi. Untuk ini diperlukan balas dengan mutu dan kepadatan yang baik, bantalan dengan penambat yang selalu terikat dan drainasi yang baik.
5. Kemudahan untuk Pengaturan dan Pemeliharaan (*Adjustability*) Jalan rel harus memiliki sifat dan kemudahan dalam pengaturan dan pemeliharaan sehingga dapat dikembalikan ke posisi geometrik dan struktur jalan rel yang benar jika terjadi perubahan geometri akibat beban yang berjalan.

2.6.3. Klasifikasi Jalan Rel menurut PD.10 Tahun 1986

Secara umum jalan rel dibedakan menurut beberapa klasifikasi, antara lain :

1. Penggolongan menurut Lebar Sepur Lebar sepur merupakan jarak terkecil diantara kedua sisi kepada rel, diukur pada daerah 0 – 14 mm di bawah permukaan teratas kepala rel.



Gambar 2.13. Ukuran Lebar Sepur pada Struktur Jalan Rel

Sumber : Google Image

- Sepur standar (*standard gauge*), lebar sepur 1435 mm, digunakan di negara-negara Eropa, Turki, Iran, USA dan Jepang.
 - Sepur lebar (*broael gauge*), lebar sepur > 1435 mm, digunakan pada negara Finlandia, Rusia (1524 mm), Spanyol, Pakistan, Portugal dan India (1676 mm).
 - Sepur sempit (*narrow gauge*) lebar sepur < 1435 mm, digunakan di negara Indonesia, Amerika Latin, Jepang, Afrika Selatan (1067 mm), Malaysia, Birma, Thailand dan Kamboja (1000 mm).
2. Penggolongan kelas jalan rel menurut Kecepatan Maksimum yang di iijinkan untuk Indonesia :
- Kelas Jalan I : 120 km/jam
 - Kelas Jalan II : 110 km/jam
 - Kelas Jalan III : 100 km/jam
 - Kelas Jalan IV : 90 km/jam
 - Kelas Jalan V : 80 km/jam
3. Penggolongan kelas jalan rel menurut Daya Lintas Kereta Api (juta ton/tahun) yang diijinkan untuk Indonesia :

Tabel 2.1. Ukuran Lebar Sepur pada Struktur Jalan Rel

Kelas Jalan	Daya Angkat Lintas
	(dalam 10^6 x Ton/Tahun)
I	>20
II	Okt-20
III	05-Okt
IV	2,5-5
V	<2,5

4. Penggolongan berdasarkan Kelandaian (tanjakan) Jalan

- Lintas Datar : kelandaian 0 – 10 %
- Lintas Pegunungan : kelandaian 10 – 40 %
- Lintas dengan rel gigi : kelandaian 40 – 80 %
- Kelandaian di emplasemen : kelandaian 0 s.d. 1,5 %

5. Penggolongan menurut Jumlah Jalur

- Jalur Tunggal : jumlah jalur di lintas bebas hanya satu, diperuntukan untuk melayani arus lalu lintas angkutan jalan rel dari 2 arah.
- Jalur Ganda : jumlah jalur di lintas > 1 (2 arah) dimana masing-masing jalur hanya diperuntukkan untuk melayani arus lalu lintas angkutan jalan rel dari 1 arah.

2.7. Jenis-jenis lokomotif yang digunakan di Indonesia

1. BB200

Lokomotif BB200 buatan General Motors adalah lokomotif diesel elektrik tipe pertama dengan transmisi daya DC – DC yang sudah digunakan di Jawa

sejak tahun 1957. Lokomotif ini berdaya mesin sebesar 950 HP dengan susunan gandar lokomotif ini adalah (A1A). Hal ini dibuat agar tekanan gandarnya rendah, karena berat lokomotif ini sebesar 75 ton . Kecepatan maksimumnya adalah 110 km/jam.



Gambar 2.14. Lokomotif BB200

Sumber : Google Image

2. BB204

Lokomotif ini berdaya mesin sebesar 1230 HP, di gunakan di Indonesia sejak tahun 1981 dengan kecepatan maksimumnya 60 km/jam. Lokomotif ini terdapat di Divisi Regional II SumBar yang relnya bergigi.



Gambar 2.15. Lokomotif BB204

Sumber : Google Image

2.8. Sistem Pembebanan

Dalam perencanaan jalur kereta api, pembebanan yang diberlakukan pada *Box Underpass* sama dengan pembebanan pada pada jalur kereta api mengacu pada “ Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi-aksi yang akan digunakan dalam perencanaan jalur kereta api.

2.8.1. Pembebanan Kereta Api

a. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan adalah beban gandar sesuai rencana 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 Skema 2.16. untuk beban gandar lebih besar 18 ton, rencana muatan disesuaikan dengan kebutuhan tekanan gandar.

Skema 2.16. Skema Pembebanan Rencana Muatan 1921 (RM 21)

1. untuk rel pada alas balas, $i = 0,1 + \frac{22,5}{50 + L}$
(2.1)

2. untuk rel pada perletakan kayu , $i = 0,2 + \frac{25}{50 + L}$ (2.2)

3. untuk rel secara langsung pada baja , $i = 0,3 + \frac{25}{50 + L}$ (2.3)

Dimana i = faktor kejut, L = panjang bentang (m)

c. Beban Horizontal

1. Beban Sentrifugal

Beban Sentrifugal diperoleh dengan mengalikan faktor a terhadap beban kereta. Beban bekerja pada pusat gaya berat kereta pada arah tegak lurus rel horizontal.

$$a = \frac{v^2}{127 R}$$

.....(2.4)

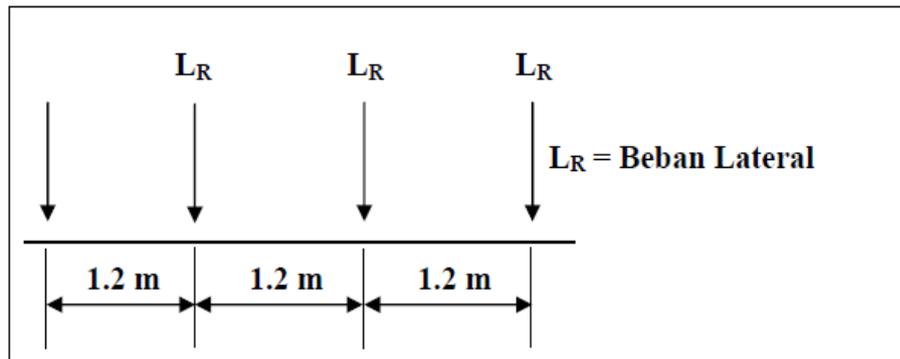
Dimana : a = Koefisien beban sentrifugal

V = Kecepatan maksimum kereta pada tikungan (Km/jam)

R = Radius Tikungan (m)

2. Beban Lateral kereta (LR)

Beban Lateral kereta adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah. Beban bekerja pada bagian atas dan tegak lurus arah rel, secara horizontal. Besaran adalah 15% atau 20% dari beban gandar untuk masing-masing lokomotif atau kereta listrik/diesel.



Gambar 2.17. Beban Lateral Kerja

Sumber : Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api Tahun 2012 (Kemenhub)

3. Beban Pengereman dan Traksi

Beban Pengereman dan Traksi masing-masing adalah 25% dari beban kereta, bekerja pada pusat gaya berat kereta ke arah rel (secara longitudinal)

4. Beban Rel Panjang Longitudinal (LF)

Beban Rel Panjang Longitudinal pada dasarnya adalah 10 kN/m, maksimum 2,000 kN.

2.8.2. Beban Lalu Lintas (beban hidup)

Beban hidup, adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan yang bergerak melewati underpass dan berat pejalan kaki yang dianggap bekerja pada underpass maupun benda-benda yang bersifat memberikan beban sementara pada underpass.

Beban lalu lintas untuk perencanaan underpass terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada underpass yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.

Beban truk "T" adalah satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap as terdiri dari dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk "T" diterapkan per lajur lalu lintas rencana. Secara umum, beban "D" akan menjadi beban penentu dalam perhitungan underpass yang mempunyai bentang sedang sampai panjang, sedangkan beban "T" digunakan untuk bentang pendek dan lantai kendaraan.

Lajur lalu lintas rencana harus mempunyai lebar 2,75 m, disusun sejajar dengan sumbu memanjang underpass. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar underpass bisa dilihat dalam Tabel 2.5. berikut :

Tabel 2.2. Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n₁)
Satu lajur	4,0-5,0	1
Dua arah, tanpa median	5,5-8,25	2(3)
	11,3-15,0	4
Banyak Arah	8,25-11,25	3
	11,3-15,0	4
	15,1-18,75	5
	18,8-22,5	6
Catatan(1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.		
Catatan(2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb dan rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb//rintangan/median dengan median untuk banyak arah.		

Catatan(3) Lebar minimum yang aman untuk dua lajur kendaraan adalah 6,0m . lebar jembatan antara 5,0m sampau 6,0m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberi kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyiap.

a. Beban D

Beban “D” atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata “q” ton permeter panjang perjalur dan beban garis “P” ton perjalur lalu lintas. Beban “D” diperhitungkan untuk menentukan kekuatan *girder* dan kepala jembatan.

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (BTR) “q” yang digabung dengan beban garis (BGT) “p” seperti terlihat dalam Gambar 2.18 berikut :

Beban terbagi rata (BTR)mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani“L” seperti berikut:

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} .$$

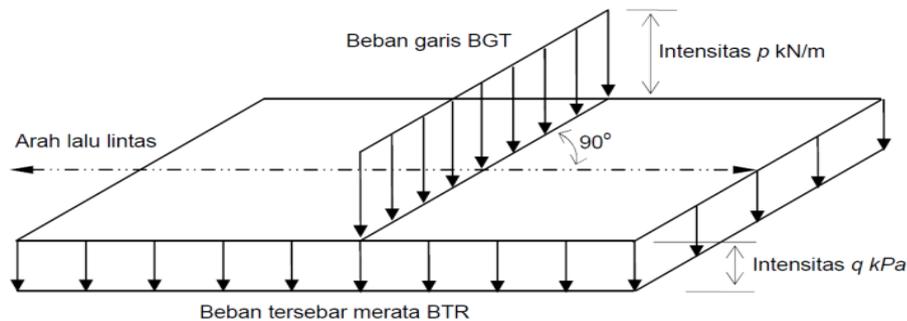
$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 \{0,5 + 15/L\} \text{ kPa}.$$

$$1 \text{ kPa} = 0,001 \text{ MPa} = 0,01 \text{ kg/cm}^2.$$

Dengan pengertian :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang underpass

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)



Gambar 2.18. Beban Lajur “D”

(Sumber :Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005)

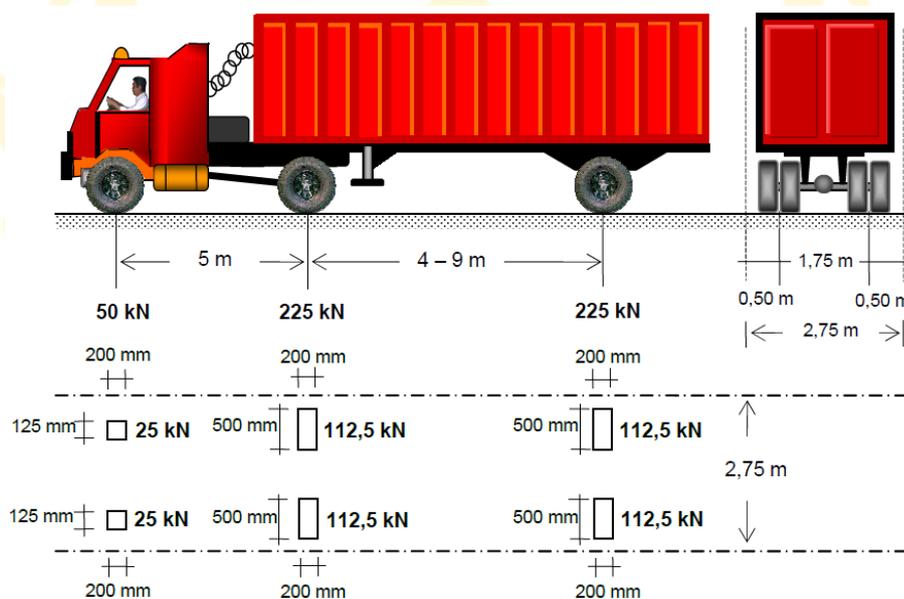
Faktor beban “D” dengan jangka waktu transien (sementara) dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Table 2.3 Faktor Beban Akibat Beban Lajur “D”

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	Kondisi Service (layan)	Kondisi Ultimate (batas)
	$S;;TD:$	$U;;TD:$
Transien	1,0	1,8

b. Beban T

Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as seperti terlihat dalam Gambar 2.7berikut :



Gambar 2.19. Pembebanan Truk “T”

(Sumber :Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005)

Berat dari masing-masing as disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang underpass.

Besarnya gaya rem dapat Diperhitungkan 5 % dari beban D tanpa koefisien kejut dengan titik tangkap 1,8 m diatas permukaan lantai kendaraan (PPPJJR / 1987 hal 15)

$$T_{TB} = 0,05 \cdot P_{TD} \quad (2.6)$$

dimana :

P_{TD} : beban lajur

d. Beban Angin (EW)

Gaya akibat angin yang meniup bidang samping underpass dihitung dengan

rumus :

$$T_{EW1} = 0,0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \quad (2.7)$$

Dimana :

C_w = koefisien seret

V_w = Kecepatan angin rencana (m/det)

$C_w = 1,25$

$V_w = 35$ m/det

2.8.3. Beban yang diterima pada Underpass

a. Gaya akibat tekanan tanah

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.8)$$

$$Q_{TA1} = 0,60 \cdot W_s \cdot K_a \quad (2.9)$$

$$Q_{TA2} = Q_{TA1} + (H \cdot W_s \cdot K_a) \quad (2.10)$$

b. Gaya akibat beban gempa

$$T_{EQ} = K_h \cdot I \cdot W_t = 0,216 * W_t \dots\dots\dots (2.11)$$

c. Tekanan Tanah Dinamis Akibat Gempa

$$\cos^2 \theta \times \left[\frac{1 + \sqrt{(\sin \phi^1 \times \sin (\phi^1 - \theta))}}{\cos \theta} \right] \dots\dots\dots (2.12)$$

$$K_{aG} = \frac{\cos^2 (\phi^1 - \theta)}{\cos^2 \theta \times \left[\frac{1 + \sqrt{(\sin \phi^1 \times \sin (\phi^1 - \theta))}}{\cos \theta} \right]} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\Delta K_{aG} = K_{aG} - K_a \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Q_{EQ} = H_w \times W_s \times \Delta K_{aG} \dots\dots\dots (2.15)$$