

KAJIAN BENTUK GEOMETRIK *INTERCHANGE* KRUKUT PADA RUAS JALAN TOL DEPOK – ANTASARI (DEPANTAS) DAN CINERE – JAGORAWI (CIJAGO) BERDASARKAN SISTEM PEMBAYARAN TERBUKA

Chairul Amin¹⁾, Happy Budhiaty²⁾, Rika Sylviana³⁾

^{1,2,3)} Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436
E-mail: amin_oel@yahoo.co.id

ABSTRAK

Persimpangan antar dua ruas jalan tol Depok – Antasari dan Cinere – Jagorawi harus difasilitasi dengan sebuah *interchange* agar lalu lintas yang akan berpindah jalur antar dua ruas jalan tol tersebut terpenuhi. Titik pertemuan kedua ruas jalan tol terletak di Kelurahan Krukut, Kota Depok.

Metode pemilihan *interchange* didasarkan pada beberapa hal antara lain volume lalu lintas harian dan metode pembayaran yang berlaku. Seiring perkembangan lalu lintas dan didukung dengan keputusan pemerintah maka sistem pembayaran jalan tol diubah dari sistem tertutup menjadi sistem terbuka, maka hal ini berpengaruh pada perubahan bentuk *interchange* yang digunakan. Pada awal perencanaan, bentuk *interchange* Krukut ini menggunakan bentuk *double terumpet* dengan gerbang tol pada aksesnya, bentuk ini tidak dapat digunakan pada sistem terbuka. Ada dua tipe yang cocok untuk melayani kondisi seperti ini yaitu *dirrect interchange* dan *cloverleaf interchange*, namun kondisi topografi Krukut tidaklah ideal untuk kedua tipe *interchange* tersebut disebabkan adanya *utilitas* yang tidak bisa diganggu karena melayani listrik dan gas di provinsi DKI dan Jawa Barat yaitu 3 jalur SUTET 500 Kva, 1 jalur SUTT 150 Kva, dan jalur pipa gas. Untuk itu diperlukan modifikasi bentuk ideal *interchange* menjadi suatu bentuk yang lain tanpa menghilangkan bentuk dasar *interchange* tersebut namun mampu melayani lalu lintas antar kedua ruas jalan tol yang tentunya tidak lagi menggunakan gerbang tol.

Berdasarkan hasil penelitian maka didapat sebuah bentuk *interchange* yang dimodifikasi dari bentuk asalnya *cloverleaf* dengan 8 *ramp* penghubung dengan menggunakan kombinasi bentuk *direct ramp*, *semi direct ramp* dan *loop ramp*. Bentuk baru *interchange* ini dinamakan *modification cloverleaf interchange*.

Kata Kunci: *interchange*, jalan tol, *cloverleaf*, geometrik, *ramp*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rencana pembangunan jalan tol Depok - Antasari dan Cinere – Jagorawi merupakan program pemerintah dimanakedua ruas jalan tol ini dijadikan bagian dari sistem jaringan jalan tol pendukung pengembangan wilayah Jabodetabek, khususnya pada koridor jaringan jalan radial (Selatan - Utara) yang merupakan jalan tol perkotaan

Merujuk studi pendahuluan yang telah ada, jalan tol Depok - Antasari (Depantas) awalnya melayani lalu lintas pergerakan yang berasal dari Kota Depok sampai Jalan Antasari (wilayah Jakarta Selatan). Pada tahun 2005, dibangun jalan tol Depok - Antasari yang menghubungkan kota Jakarta dan Depok serta berakhir di jalan baru Cibinong Bogor dengan total panjang ±22,82 Km sedangkan ruas jalan tol Cinere – Jagorawi (Cijago) akan melayani lalu lintas dari Cinere dan berakhir pada Jalan Tol Jagorawi dan diantara kedua jalan ini akan bersimpangan di wilayah Kecamatan Krukut Kota Depok.

Pada awal studi kedua jalan tol ini menggunakan sistem pembayaran tertutup, sehingga *interchange* yang dipakai adalah tipe *double trumpet* dengan gerbang tol pada aksesnya, karena perubahan kebijaksanaan pemerintah tentang sistem pembayaran jalan tol seluruh Indonesia dengan sistem terbuka, maka perlu kajian ulang bentuk *interchange* yang cocok untuk mendukung kebijaksanaan tersebut dan juga dapat memenuhi kebutuhan perpindahan lajur lalu lintas antar kedua ruas jalan tol tanpa hambatan.

Tujuan

Melakukan kajian secara teknis untuk mendapatkan jumlah lajur dan bentuk *interchange* Krukut yang tepat dan perencanaan geometrik jalan penghubung (*ramp*) yang merupakan unsur pembentuk *interchange* dengan sistem pembayaran terbuka berdasarkan keadaan topografi dan volume lalu lintas hariannya.

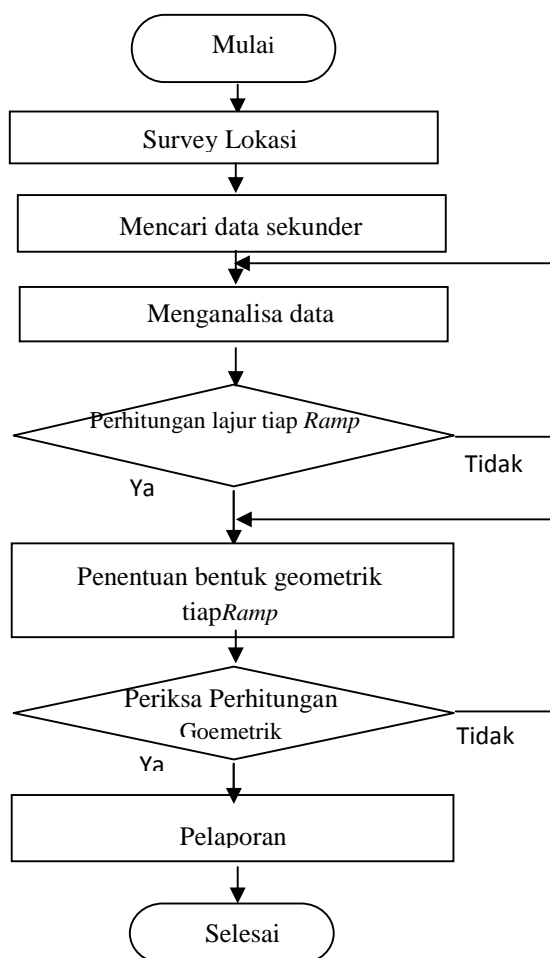
Rumusan Permasalahan

Permasalahan yang dibahas yaitu penentuan jumlah lajur setiap *ramp*, penentuan bentuk geometrik setiap *ramp*, perhitungan alinyemen horisontal dan vertikal.

Batasan Masalah

Pembahasan dibatasi pada penentuan jumlah lajur setiap *ramp* berdasarkan volume lalu lintas dan perhitungan geometrik berupa perhitungan alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal.

2. METODE PENELITIAN

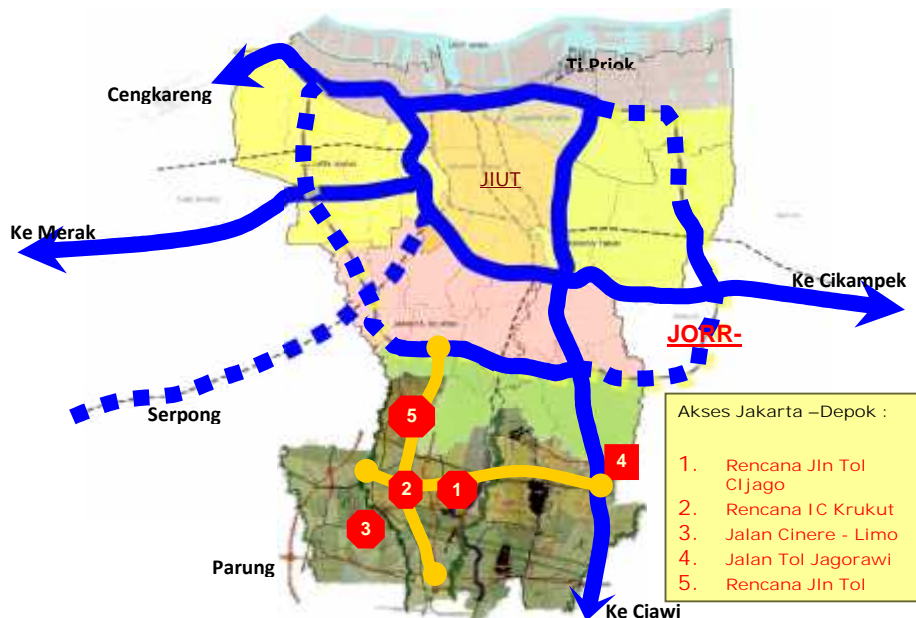


Gambar 1. Bagan Alur (*Flow Chart*) Pelaksanaan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Jaringan Jalan Tol

Kondisi Jaringan Jalan yang ada di sekitar Rencana Jalan Tol Depok- Antasari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Jaringan Jalan di Sekitar Jalan Tol Depok-Antasari

Analisa Kondisi Eksisting

Kondisi Lingkungan Kelurahan Krukut

Lokasi *interchange* di Kelurahan Krukut tersebut padat dengan pemukiman penduduk. Persilangan antara kedua ruas jalan tol berada pada ruas tol Depok - Antasari di STA 8+350.

Kondisi *terrain* daerah sekitar lokasi pembuatan simpang susun cenderung datar bergelombang dan ruas Depok - Antasari pada daerah ini berada sejajar dengan Kali Pinang.

Kondisi eksisting lingkungan tempat rencana dibangunnya *interchange* Krukut adalah perumahan pada bagian kiri rencana ruas jalan tol Depantas arah ke Depok dan persawahan pada daerah kanan rencana ruas jalan dengan prosentase 75% perumahan dan 25% persawahan. Lokasi tersebut melewati utilitas berupa 1 jalur pipa gas dan 4 jalur SUTT dan SUTET. Fasilitas umum yang terkena dampak rencana pembangunan IC Krukut yang terdaftar adalah sekolah (5 buah), yayasan (1 buah), masjid (3 buah) dan Kantor Kelurahan (1 buah).

Analisa Penanganan *Crossing* Situasi Eksisting Terhadap Rencana *Interchange*

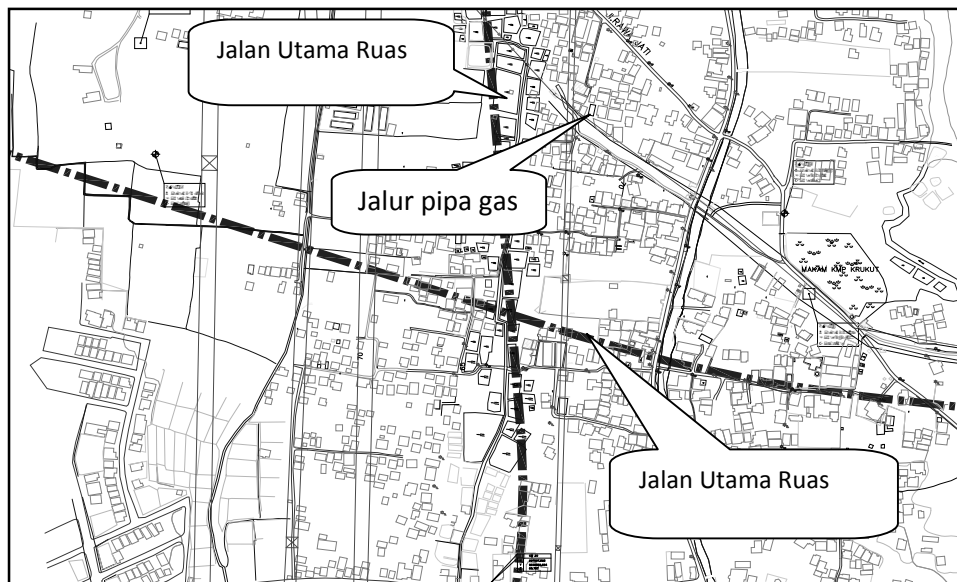
Lokasi *interchange* (IC) Krukut akan melewati beberapa fasilitas umum, utilitas dan sejajar dengan Kali Pinang, sehingga untuk perencanaan alinyemen horisontal dan vertikal dari masing – masing *ramp interchange* perlu memperhatikan kondisi di atas, analisa penanganannya sebagai berikut:

a. Utilitas Pipa Gas

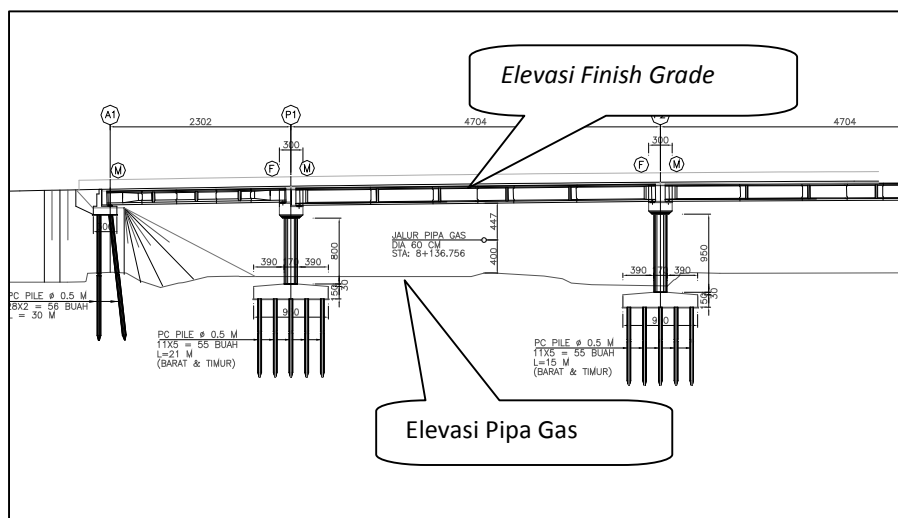
Utilitas pipa gas ini terletak melintang dari arah Timur ke arah Barat melintang di jalur utama (*main road*) pada Sta. 8+136.576 arah dari Jalan Pangeran Antasari menuju Depok (di sekitar persimpangan rencana ruas jalan tol Depok - Antasari dan Cinere – Jagorawi). Hal ini perlu diperhatikan sebab pipa gas mutlak tidak boleh diganggu, baik dipindah atau ditanam kedalam tanah, karena prosedur perijinan yang rumit dan akan mengganggu pasokan gas keseluruh wilayah Propinsi DKI Jakarta dan Jawa Barat yang merupakan jalur pipa gas utama, serta akan menimbulkan masalah pada pengaturan elevasi pipa gas tersebut.

Untuk penanganan kasus diatas adalah:

1. menghindari seminim mungkin titik temu dengan jalur pipa gas Pertamina
2. Apabila titik temu dengan pipa gas tidak terhindarkan, maka elevasi rencana jalan harus disesuaikan dengan elevasi pipa gas dengan mempertimbangkan titik aman elevasi pipa gas dan elevasi rencana jalan (*clearance*)
3. Memberikan proteksi dengan bangunan struktur untuk melindungi jalur pipa gas.



Gambar 3. Kondisi Pipa Gas Terhadap Jalan Utama



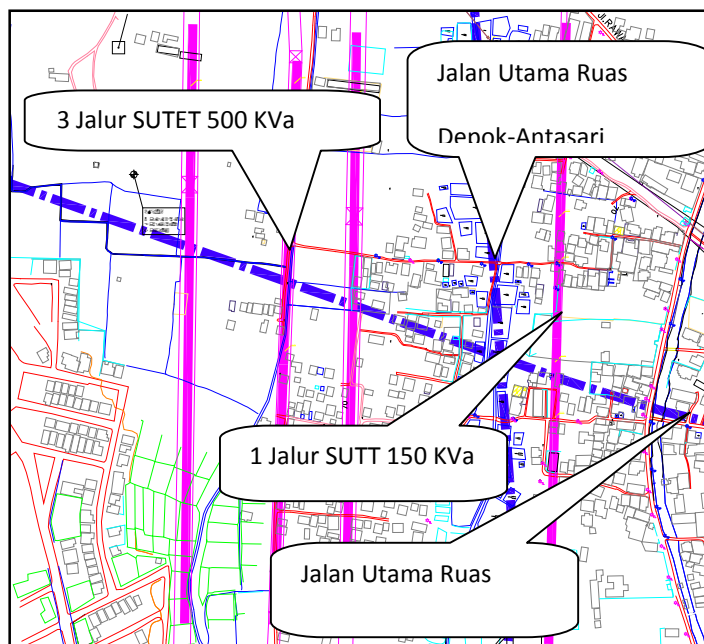
Gambar 4. Alternatif Penanganan Lokasi Pipa Gas dengan Memberikan *Clearance* yang Cukup

b. Utilitas Kabel SUTT dan SUTET

Di wilayah ini ada 1 jalur SUTT 150 KV_a dan 3 jalur SUTET 500 KV_a yang membentang dari arah Utara ke Selatan sejajar dengan jalan utama rencana Ruas Jalan Depok – Antasari dan melintang dengan rencana Ruas Jalan Cinere – Jagorawi. Kabel ini mutlak tidak boleh diganggu, maka dari itu satu – satunya penyelesaian masalah ini adalah pengoptimalan kombinasi dan koordinasi antar alinyemen horisontal maupun alinyemen vertikal setiapramp pada *interchanged* dengan elevasi kabel harus benar – benar tepat agar efisiensi

lahan maksimal dan tidak banyak mengganggu utilitas, sehingga bisa menekan biaya konstruksi.

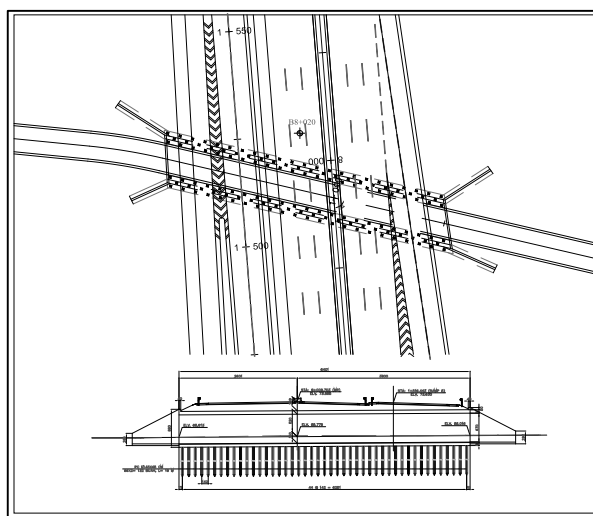
Ruang bebas (*clearance*) untuk jalan tol, jalan nasional, jalan propinsi, jalan kabupaten, jalan desa, serta untuk lintasan listrik yang berupa Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET).



Gambar 5. Kondisi Kabel SUTT dan SUTET

c. Jalan eksisting

Jalan – jalan eksisting yang terdapat disekitar lokasi *interchange* yaitu jalan Krukut Raya dan jalan – jalan perumahan harus tetap diakomodir keberadaannya, karena jalan – jalan itulah nantinya yang akan menjadi akses untuk berkembangnya daerah tersebut. Jalan – jalan yang terkena *crossing* dengan *ramp* maupun jalan utama juga harus tetap diakomodir fungsi dan kelasnya. Penanganan jalan – jalan eksisting yang terkena *crossing* dengan *ramp* maupun jalan utama adalah dengan memasang jembatan atau *box traffic* pada *crossing* jalan yang ukurannya tergantung pada kondisi masing – masing jalan yang dilintasi.



Gambar 6. Alternatif Penanganan *Crossing* Jalan Lokal dengan Struktur *Box Traffic* (*Underpass*)

d. Sungai

Daerah Krukut memiliki kondisi topografi yang cenderung datar, dengan tingkat kelandaian yang rendah (sekitar 2% hingga 8%) serta memiliki elevasi sekitar 40 hingga 80 meter di atas permukaan laut. Pada daerah ini, ruas tol Depok - Antasari berada sejajar dengan Kali Pinang dengan data sebagai berikut:

- Elevasi dasar = 65,00 m
- Elevasi banjir = 67,80 m
- Debit banjir periode 20 th = 3,99 m³/dt
- Panjang = 2.934 km
- Luas *catchment area* = 0,87 km

Sedangkan elevasi rencana pada jalan utama sekitar *interchange* Krukut yaitu antara Sta. 7+900 dengan elevasi rencana 70.448 m sampai Sta. 9+700 dengan elevasi 70.818 m.

Dilihat dari perbedaan elevasi banjir Kali Pinang dengan elevasi rencana *finish grade* jalan tol maka cukup aman dari banjir.

Perencanaan *Interchange*

Lokasi Antar *Interchange*

Berdasarkan perilaku lalu lintas pada ruas tol Depok-Antasari, Krukut merupakan daerah yang menjadi lokasi pertemuan dua arus lalu lintas. Dari arah Utara ke Selatan (Jakarta - Depok) dan dari Timur ke Barat (Jagorawi - Cinere). Dengan adanya pertemuan ini maka secara otomatis akan ada kebutuhan bagi pengendara untuk berpindah arah (arah Utara-Selatan menuju ke Timur - Barat maupun sebaliknya). Kebutuhan terhadap perpindahan arah ini harus dapat difasilitasi. Fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan pengendara untuk perpindahan arah ialah *interchange*.

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.15 tahun 2005 tentang Jalan Tol, jarak antara *interchange* paling rendah adalah 5 (lima) kilometer untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 (dua) kilometer untuk jalan tol dalam perkotaan, maka *Interchange* Krukut memenuhi persyaratan dilihat dari jarak antar *interchange* yang ada baik di ruas Jalan Tol Depok – Antasari maupun di ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi.

Berdasarkan data *basic design* ruas Jalan Tol Depok – Antasari terdapat beberapa *interchange* dan *on offramp* yang akan dibangun yaitu:

- a. *Interchange* Antasari terletak di Sta. 0+000
- b. *On offramp* Brigif terletak di Sta. 3+700
- c. *On offramp* Andara terletak di Sta. 5+800
- d. *Interchange* Krukut terletak di Sta. 8+500
- e. *On offramp* Sawangan terletak di Sta. 12+100

Sedangkan bila dilihat dari ruas Jalan Tol Cinere – Jagorawi terdapat beberapa *interchange* dan *on offramp* yang akan dibangun yaitu:

- a. *Interchange* Limo terletak di Sta. 9+800
- b. *Interchange* Krukut terletak di Sta. 11+800
- c. *On offramp* Kukusan terletak di Sta. 14+600
- d. *Interchange* Margonda terletak di Sta. 16+800
- e. *Interchange* Akses Bogor terletak di Sta. 20+700
- f. *Interchange* Cimanggis terletak di Sta. 24+000

Daerah Krukut merupakan titik pertemuan antara dua ruas jalan tol yaitu titik Sta. 8+497.799 Ruas Depok – Antasari (Depantas) dan Sta. 11+825.212 Ruas Cinere – Jagorawi (Cijago).

Berdasarkan data tersebut di atas maka jika ditinjau dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, jarak *interchange* Krukut dengan *interchange - interchange* yang lain terpenuhi.

Jumlah Lajur *Ramp*

Berdasarkan perkiraan volume lalu lintas dan kapasitas ruas jalan per lajur, maka dapat ditentukan kebutuhan jumlah lajur untuk tahun rencana. Kebutuhan jumlah lajur juga

dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu di jalan tol (*throughway*) dan di jalan penghubung (*rampway*).

Disamping kebutuhan pada tahun rencana, juga ditentukan kebutuhan lajur pada saat mencapai kapasitas penuh (*full capacity*). Kondisi tersebut untuk memperkirakan waktu pada saat volume lalu lintas telah menyamai kapasitas jalan.

Tabel 1. Volume Lalu lintas Segmen Krukut *Junction* pada Jalan Penghubung (*Ramp*)

No	Segmen	Volume (smp/jam) dan Kebutuhan Jumlah Lajur									
		2009		2015		2025		2035		2045	
1	Antasari – Jagorawi	746	1	1377	1	2242	2	3653	2	5950	2
2	Antasari – Cinere	353	1	651	1	1061	1	1728	1	2815	2
3	Jagorawi – Antasari	817	1	1508	1	2456	2	4000	2	6516	2
4	Cinere – Antasari	376	1	694	1	1130	1	1841	1	2999	2
5	Depok – Jagorawi	174	1	321	1	523	1	852	1	1388	1
6	Depok - Cinere	96	1	177	1	289	1	470	1	766	1
7	Jagorawi – Depok	151	1	279	1	454	1	739	1	1204	1
8	Cinere – Depok	95	1	175	1	286	1	465	1	758	1

Tabel 1. di atas menunjukkan volume lalu lintas (smp/jam) pada jalan penghubung (*ramp*) dan kebutuhan jalur lalu lintas pada jalan penghubung (*ramp*) untuk tahun rencana dan pada saat mencapai kapasitas penuh.

Perencanaan Geometrik *Interchange*

Ada beberapa tahapan dalam merencanakan bentuk geometrik sebuah ruas jalan agar metode pekerjaan terarah dan mendapatkan hasil maksimal, adapun langkah – langkah tersebut yaitu:

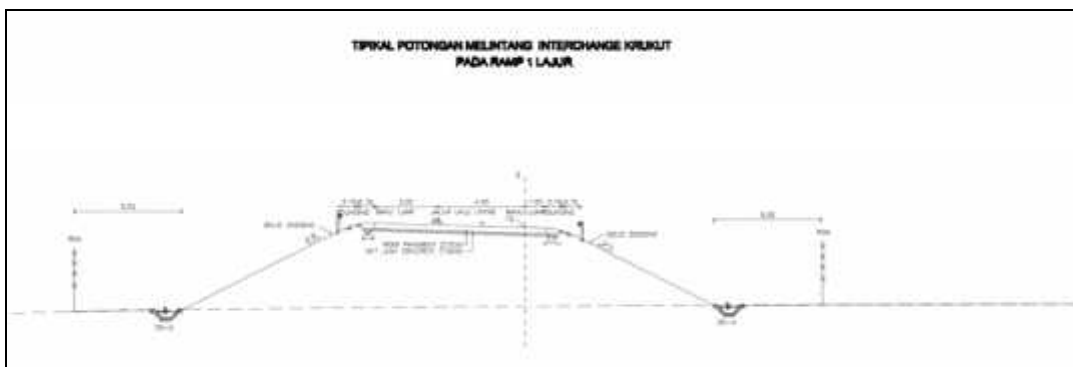
1. Menentukan bentuk dan ukuran bagian – bagian jalan.
2. Perhitungan geometrik alinyemen horisontal jalan.
3. Perhitungan geometrik alinyemen vertikal jalan.
4. Koordinasi antar alinyemen baik alinyemen horisontal jalan satu dengan jalan lain atau alinyemen vertikalnya.
5. Perhitungan volume galian dan timbunan.

Sedangkan khusus untuk *ramp* pada sebuah *interchange*, hal yang paling sulit adalah memenuhi standar perhitungan antara *merging/diverging nose* dengan ujung *cevront* harus kurang dari 80% dari panjang *acceleration/decceleration lane* dan penentuan tipe *taper* yang digunakan, karena belum adanya peraturan baku yang mengatur mengenai masalah ini.

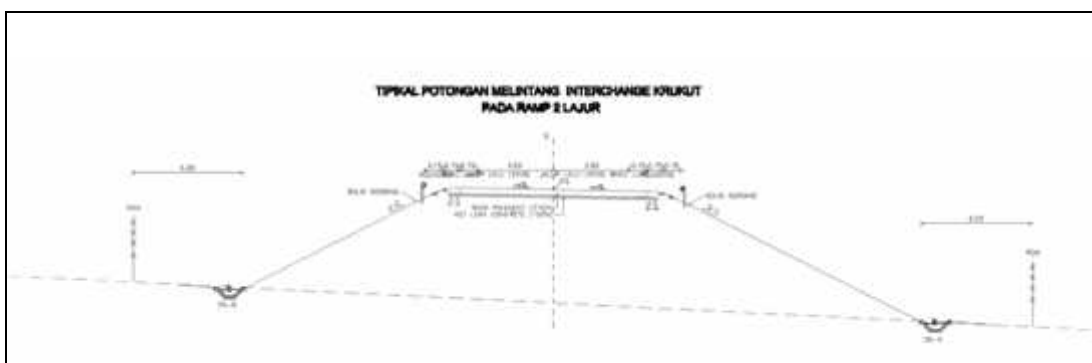
Pembahasan masing – masing bagian di atas akan disajikan secara detail di bawah ini:

1. Tipikal Potongan Melintang

Dimensi badan jalan yang dipakai terdiri dari dua macam karena menurut Tabel 1. tentang perhitungan jumlah lajur, hanya ada 2 macam tipe yaitu 1 lajur dan 2 lajur saja. Gambar 3. menampilkan potongan melintang *ramp* 1 lajur dan 2 lajur.



Gambar 7. Tipikal Potongan Melintang *Ramp* 1 Lajur



Gambar 8. Tipikal Potongan Melintang *Ramp* 2 Lajur

2. Bentuk *interchange* berdasarkan desain alinyemen horisontal

Setelah tipikal potongan melintang ditentukan, maka hal selanjutnya yang harus dikerjakan adalah perhitungan geometrik alinyemen horisontal masing masing *ramp interchange*, ada 4 (empat) tahapan dalam merencanakan sebuah alinyemen horisontal sebuah *ramp*, yaitu:

- Menentukan *merging/diverging nose* dengan ujung *cevront* untuk disesuaikan dengan panjang *acceleration/decceleration lane* masing – masing *ramp*.
- Menentukan tipe *acceleration lane/decceleration lane* yang digunakan yaitu sejajar dan *taper*, perlakuan kedua *taper* ini sangat berbeda.
- Menentukan trase yang akan menghubungkan jaringan jalan tol yang akan dilayani seperti pada Tabel 2.
- Menentukan dan menghitung elemen – elemen lengkung geometrik pada tikungan.

Tabel 2. Arah Layanan *Interchange* Krukut

No	Arah	
	dari	Ke
1	Antasari	Jagorawi
2	Jagorawi	Antasari
3	Jagorawi	Depok
4	Depok	Jagorawi
5	Depok	Cinere
6	Cinere	Depok
7	Cinere	Antasari
8	Antasari	Cinere

Penerapan tahapan - tahapan tersebut di atas dilaksanakan dengan program komputerisasi khusus untuk mendesain jalan yaitu *Auto Desk Land Development 2006*, ataupun dengan perhitungan manual.

Setelah melalui perhitungan dan penggambaran untuk mencari bentuk *interchange* yang sesuai dengan kondisi Krukut, maka didapatkan skema alinyemen horisontal seluruh *ramp* yang sudah dikombinasikan sedemikianrupa, sehingga terbentuklah suatu bentuk *interchange* yang bentuk dasarnya adalah *partial cloverleaf*, akan tetapi mengalami modifikasi pada *ramp* dan *loopnya* agar selaras dan sesuai dengan kondisi topografi daerah Krukut.



Gambar 9. *Layout Alinyemen Horizontal Interchange Krukut*

Beberapa pertimbangan dalam menentukan trase masing – masing *ramp*-nya adalah: Posisi trase terhadap utilitas baik pipa gas maupun dengan jalur kabel SUTT 150 Kva dan SUTET 500 Kva beserta *tower*-nya.

- a. Posisi trase terhadap jalan utama.
- b. Posisi trase terhadap jalan – jalan lokal.
- c. Posisi trase terhadap trase *ramp* yang lainnya, mengingat disini harus tersedia 8 *ramp* yang akan mengakomodasi arah lalu lintas pada Tabel 3., maka kombinasi *ramp* harus setepat mungkin.
- d. Posisi trase terhadap Kali Pinang

Tabel 3. Nama *Ramp* dan Arah Layanannya

No	Nama <i>Ramp</i>	Arah	
		dari	Ke
1	<i>Ramp 3</i>	Antasari	Jagorawi
2	<i>Ramp 5</i>	Jagorawi	Antasari
3	<i>Ramp 4</i>	Jagorawi	Depok
4	<i>Ramp 6</i>	Depok	Jagorawi
5	<i>Ramp 1</i>	Depok	Cinere
6	<i>Ramp 7</i>	Cinere	Depok
7	<i>Ramp 2</i>	Cinere	Antasari
8	<i>Ramp 8</i>	Antasari	Cinere

Pada Gambar 9. terlihat bahwa trase masing – masing *ramp* membentuk konfigurasi yang sedikit memerlukan lahan, tetapi dapat melayani seluruh arah dengan rincian pada Tabel 3.

Persimpangan dengan pipa gas terjadi pada *ramp* 3, *ramp* 7 dan *ramp* 2, penanganannya dengan membuat pipa gas berada di bawah *ramp* dengan menaikkan elevasi *ramp* sehingga tidak mengubah elevasi pipa gas. Untuk menahan badan jalan digunakan jembatan *overpass* pada masing-masing *ramp*-nya.

Pada gambar tersebut juga tampak jelas mengambil trase pada sela – sela *tower* kabel, hal ini bertujuan untuk tidak mengganggu transmisi kabel tersebut, sehingga biaya konstruksi bisa ditekan karena tidak perlu merelokasi *tower* dan membebaskan lahannya.

Sedangkan trase yang bersimpangan dengan jalur kabel, maka nanti yang akan dimodifikasi adalah elevasi *finish grade ramp* terhadap elevasi kabel terbawahnya.

Tabel 4. Elemen – elemen Pembentuk *Ramp*

Nama	Koordinat Nose				Panjang (m) / tipe			
	Merging		Diverging		Acc.lane	Decl.lane	in	out
	x	y	x	y				
<i>Ramp 1</i>	697.527.925	9.296.307.241	697.889.217	9.295.776.189	180.000	81.000	70.000 / <i>taper</i>	60.000 / paralel
<i>Ramp 2</i>	697.850.283	9.296.673.034	697.420.066	9.296.381.684	130.000	90.000	71.952 / <i>taper</i>	45.000 / <i>taper</i>
<i>Ramp 3</i>	698.327.283	9.296.103.635	697.894.665	9.296.616.233	246.236	121.313	65.000 / <i>taper</i>	102.254 / <i>taper</i>
<i>Ramp 4</i>	698.313.754	9.296.055.001	697.896.534	9.295.657.386	207.999	95.750	70.000 / <i>taper</i>	50.000 / paralel
<i>Ramp 5</i>	697.844.142	9.296.904.734	698.584.134	9.296.037.670	208.193	147.036	61.176 / <i>taper</i>	50.000 / <i>taper</i>
<i>Ramp 6</i>	697.951.015	9.296.194.084	697.893.432	9.296.227.582	180.000	160.000	83.275 / paralel	60.136 / <i>taper</i>
<i>Ramp 7</i>	697.930.798	9.296.132.350	697.744.811	9.296.408.175	170.000	55.571	105.337 / paralel	70.000 / paralel
<i>Ramp 8</i>	697.758.639	9.296.148.225	698.051.214	9.296.273.187	105.733	70.017	80.000 / <i>taper</i>	63.686 / <i>taper</i>

Setelah Tabel 4 didapatkan, maka hasil perhitungan lengkung horisontal yaitu *full circle* dan *spiral – circle – spiral* secara detail disajikan pada Tabel 5 sampai Tabel 13.

Tabel 5. Tabel Perhitungan Alinyemen Horisontal *Ramp* 1

BP	POINT	PI-1	PI-2	POINT	EP	
X	697.876.576	V (Km/jam)	60	60	V (Km/jam)	
Y	9.295.696.181	TIPE	S-C-S	FC	TIPE	
STA.	0+000.000	Δ	59° 23'06.30"	19° 00'43.67"	Δ	
		R (m)	280	800	R (m)	
		A	200	200	A	
		TS/TC	232.662	232.662	133.961	
		LC (m)	147.353	265.459	LC (m)	
		LS (m)	142.857	142.857	LS (m)	
		L (m)	433.067	265.459	L (m)	
		e (%)	6	2	e (%)	
		PI	X	697.920.895	697.570.037	X
			Y	9.296.017.339	9.296.296.143	Y
		TS/SS	X	697.889.089		X
			Y	9.295.786.861		Y
		STA.	0+091.539		STA.	
		SC/TC	X	697.896.514	697.674.917	X
		/CC	Y	9.295.929.112	9.296.212.802	Y
		STA.	0+234.396	0+606.126	STA.	
		SC/TC	X	697.842.337	697.443.728	X
		/CC	Y	9.296.064.32	9.296.340.772	Y
		STA.	0+381.749	0+871.586	STA.	
		ST/SS	X	697.738.74		X
			Y	9.296.162.086		Y
		STA.	0+524.606		STA.	
7° 51'25.27"	AZIMUTH	308° 28'18.97"	289° 27'35.30"	AZIMUTH	289° 27'35.30"	

Tabel 6. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 2*

BP		POINT	PI-1		PI-2		POINT	EP	
X	697.334.078	V (Km/jam)	60		60		V (Km/jam)	X	697.839.906
Y	9.296.408.257	TIPE	S-C-S		S-C-S		TIPE	Y	9.296.828.944
STA.	0+000.000	Δ	58° 24'44.13"		50° 58'53.69"		Δ	STA.	0+900.396
		R (m)	150		150		R (m)		
		A	110	110	110	110	A		
		TS/TC	125.097	125.097	112.613	112.613	TS/TC		
		LC (m)	72.256		52.803		LC (m)		
		LS (m)	80.667	80.667	80.667	80.667	LS (m)		
		L (m)	233.590		214.137		L (m)		
		e (%)	8		8		e (%)		
		PI	X	697.643.701	697.857.709	X	PI		
			Y	9.296.318.475	9.296.512.809	Y			
		TS/SS	X	697.523.553	697774.340	X	TS/SS		
			Y	9.296.353.314	9296437.104	Y			
			STA.	0+197.280	0+482.236	STA.			
		SC/T C/CC	X	697.602.473	697.828.793	X	SC/T C/CC		
			Y	9.296.337.919	9.296.496.267	Y			
			STA.	0+277.947	0+562.902	STA.			
		SC/T C/CC	X	697.672.188	697.848.698	X	SC/T C/CC		
			Y	9.296.354.060	9.296.544.880	Y			
			STA.	0+350.203	0+615.705	STA.			
		ST/SS	X	697.736.312	697851.377	X	ST/SS		
			Y	9.296.402.573	9296625.243	Y			
			STA.	0+430.869	0+696.372	STA.			
106° 10'14.35"		AZIMUTH	47° 45'30.22"		356° 46'36.53"		AZIMUTH	356° 46'36.53"	

Tabel 7. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 3*

BP		POINT	PI-1		PI-2		POINT	EP	
X	697.882.559	V (Km/jam)	40		40		V (Km/jam)	X	698.559.202
Y	9.296.736.940	TIPE	S-C-S		S-C-S		TIPE	Y	9.296.071.633
STA.	0+000.000	Δ	58° 24'44.13"		32° 57'43.16"		Δ	STA.	1+075.347
		R (m)	180		250		R (m)		
		A	85.000	85.000	125.000	125.000	A		
		TS/TC	85.692	85.692	105.389	105.389	TS/TC		
		LC (m)	85.491		81.324		LC (m)		
		LS (m)	40.139	40.139	62.500	62.500	LS (m)		
		L (m)	165.769		206.324		L (m)		
		e (%)	5		4		e (%)		
		PI	X	697.931.760	698.222.852	X	PI		
			Y	9.296.387.260	9.296.125.144	Y			
		TS/SS	X	697.919.820	698144.535	X	TS/SS		
			Y	9.296.472.117	9.296.195.666	Y			
			STA.	0+267.431	0+633.832	STA.			
		SC/T C/CC	X	697.926.882	698.192.648	X	SC/T C/CC		
			Y	9.296.432.627	9.296.155.842	Y			
			STA.	0+307.570	0+696.332	STA.			
		SC/T C/CC	X	697.966.646	698.265.714	X	SC/T C/CC		
			Y	9.296.357.852	9.296.120.959	Y			
			STA.	0+393.062	0+777.656	STA.			
		ST/SS	X	697.995.440	698.326.933	X	ST/SS		
			Y	9.296.329.919	9.296.108.586	Y			
			STA.	0+433.200	0+840.156	STA.			
171° 59'27.47"		AZIMUTH	132° 00'05.92"		99° 02'22.77"		AZIMUTH	99° 02'22.77"	

Tabel 8. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 4*

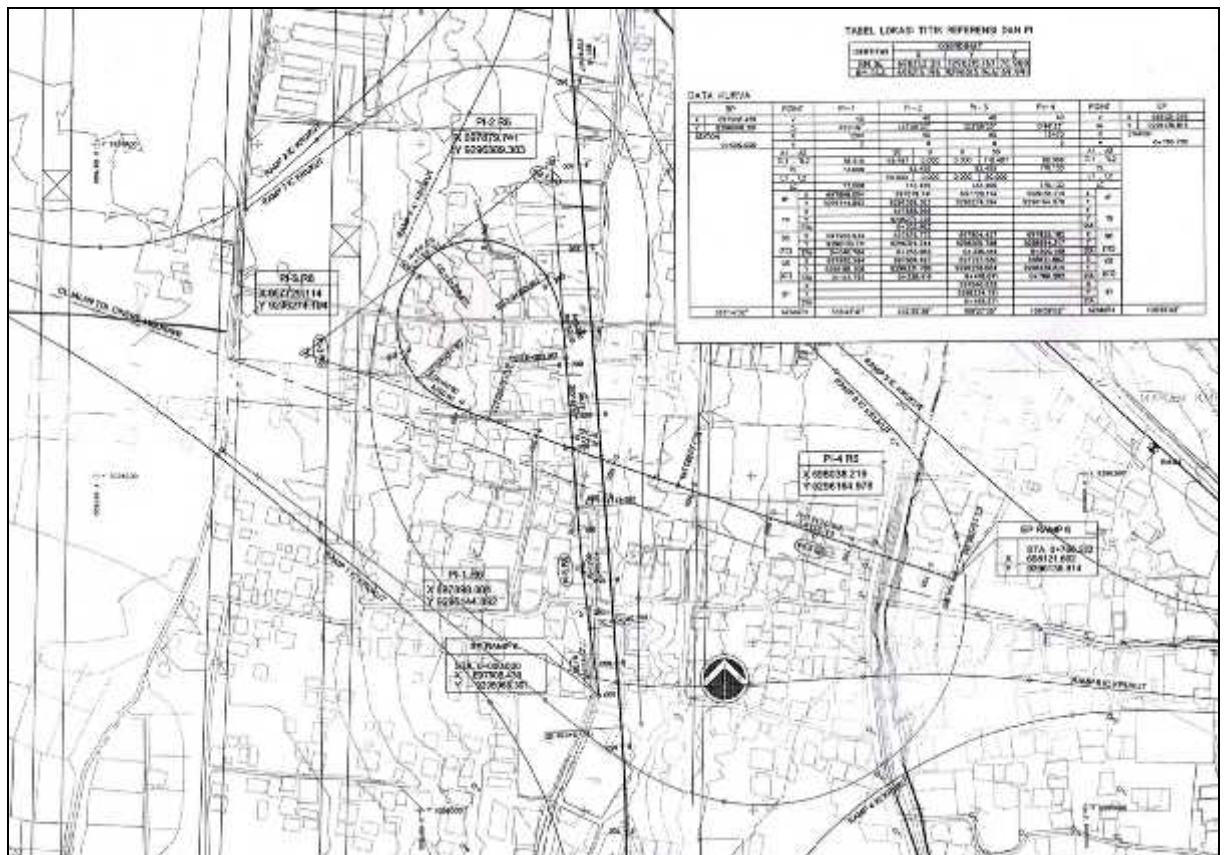
BP		POINT	PI-1	PI-2	PI-3	POINT	EP	
X	698.383.467	V (Km/jam)	60	60	60	V (Km/jam)	X	697.867.428
Y	9.296.048.668	TIPE	S-C-S	FC		TIPE	Y	9.295.525.777
STA.	0+000.000	Δ	70° 51'57.65"	9° 32'57.47"	2° 19'05.47"	Δ	STA.	0+856.491
		R (m)	260		600	950	R (m)	
		A	160.000	160.000			A	
		TS/TC	235.274	235.274	50.116	19.221	TS/TC	
		LC (m)	223.118		100.000	38.437	LC (m)	
		LS (m)	98.462	98.462			LS (m)	
		L (m)	420.042		100.000	38.437	L (m)	
		e (%)	6		3	2	e (%)	
		PI	X	698.055.835	697.921.560	697.871.147	X	PI
			Y	9.296.070.953	9.295.755.007	9.295.544.634	Y	
		TS/SS	X	698.290.567			X	TS/SS
			Y	9.296.054.987			Y	
			STA.	0+093.115			STA.	
		SC/TC /CC	X	698.192.263	697.941.162	697.875.627	X	SC/T C/CC
			Y	9.296.055.460	9.295.801.130	9.295.563.326	Y	
			STA.	0+191.577	0+571.062	0+818.054	STA.	
		SC/TC /CC	X	698.007.890	9.295.706.270	9.295.525.777	X	SC/T C/CC
			Y	9.295.942.291	697.909.881	697.867.428	Y	
			STA.	0+414.695	0+671.062	0+856.491	STA.	
		ST/SS	X	697.963.811			X	ST/SS
			Y	9.295.854.423			Y	
			STA.	0+513.157			STA.	
273° 53'28.45"		AZIMUTH	203° 01'30.80"	193° 28'33.33"	191° 09'27.86"	AZIMUTH	191° 09'27.86"	

Tabel 9. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 5*

BP		POINT	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	PI-5	POINT	EP	
X	698.730.473	V (Km/jam)	60	60	60	60	60	V (Km/jam)	X	697.865.272
Y	9.296.023.368	TIPE	FC	FC	S-C-S	S-C-S	FC	TIPE	Y	9.297.121.076
STA.	0+000.000	Δ	2° 35'14.25"	9° 33'19.86"	120° 51'39.56"	31° 53'30.29"	18° 52'59.51"	Δ	STA.	1+957.631
		R (m)	2.000.000	600.000	180.000		170.000	812.016	R (m)	
		A			120.000	120.000	110.000	110.000	A	
		TS/TC	45.164	50.149	359.791	359.791	84.463	84.463	135.034	TS/TC
		LC (m)	90.314	100.065	299.696		23.448	267.619	LC (m)	
		LS (m)			80.000	80.000	71.176	71.176	LS (m)	
		L (m)	90.314	100.065	459.696		165.800	267.619	L (m)	
		e (%)	2	3	7		7	3	e (%)	
		PI	X	698.523.917	698.116.752	697.639.588	697.868.701	697.831.274	X	PI
			Y	9.296.036.719	9.296.081.566	9.296.054.304	9.296.492.724	9.296.990.391	Y	
		TS/SS	X			697.998.793	697.829.581		X	TS/SS
			Y			9.296.074.827	9.296.417.866		Y	
			STA.			0+734.518	1+244.636		STA.	
		SC/T C/CC	X	698.568.988	698.166.600	697.918.980	697.858.014	697.841.401	X	SC/T C/CC
			Y	9.296.033.806	9.296.076.076	9.296.076.181	9.296.482.965	9.296.855.737	Y	
			STA.	0+161.822	0+566.450	0+814.518	1+315.812	1+690.012	STA.	
		SC/T C/CC	X	9.296.041.664	9.296.078.706	697.774.591	697.862.744	9.297.121.076	X	SC/T C/CC
			Y	698.479.025	698.066.685	9.296.299.890	9.296.505.912	697.865.272	Y	
			STA.	0+252.136	0+666.515	1+114.214	1+339.260	1+957.631	STA.	
		ST/SS	X			697.806.228	697.862.367		X	ST/SS
			Y			9.296.373.178	9.296.576.949		Y	
			STA.			1+194.214	1+410.437		STA.	
273° 41'53.56"		AZIMUTH	355° 43'41"	266° 43'47.95"	232° 35'38"	355° 41'57.22"	14° 34'56.74"	AZIMUTH	14° 34'56.74"	

Tabel 10. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal Ramp 6

BP		POINT	PI-1	PI-2	PI-3	PI-4	POINT	EP	
X	697.908.439	V (Km/jam)	40	40	40	40	V (Km/jam)	X	698.121.662
Y	9.296.068.301	TIPE	FC	S-C-S	S-C-S	FC	TIPE	Y	9.296.136.814
STA.	0+000.000	Δ	$3^{\circ} 29' 09''$	$123^{\circ} 08' 03''$	$123^{\circ} 08' 03''$	$0^{\circ} 48' 33''$	Δ	STA.	0+766.282
		R (m)	1200	50	50	12470	R (m)		
		A		50.000	0	0	50.000	A	
		TS/TC	36.515	118.487	0	0	118.487	TS/TC	
		LC (m)	73.008	82.455	82.455	176.133	LC (m)		
		LS (m)		50.000	0	0	50.000	LS (m)	
		L (m)	73.008	132.455	132.455	176.133	L (m)		
		e (%)	2	8	8	2	e (%)		
	PI	X	697.898.004	697.879.741	697.729.114	698.038.219	X	PI	
		Y	9.296.144.892	9.296.389.383	9.296.274.194	9.296.164.978	Y		
	TS/SS	X		697.888.568			X	TS/SS	
		Y		9.296.271.225			Y		
		STA.		0+203.962			STA.		
	SC/T C/CC	X	697.902.934	697.876.772	697.804.427	697.955.182	X	SC/T C/CC	
		Y	9.296.108.711	9.296.319.244	9.296.331.788	9.296.194.317	Y		
		STA.	0+040.784	0+253.962	0+336.416	0+590.149	STA.		
	SC/T C/CC	X	697.895.284	697.804.427	697.797.580	698.121.662	X	SC/T C/CC	
		Y	9.296.181.306	9.296.331.788	9.296.258.684	9.296.136.814	Y		
		STA.	0+113.792	0+336.416	0+418.871	0+766.282	STA.		
	ST/SS	X			697.840.832		X	ST/SS	
		Y			9.296.234.721		Y		
		STA.			0+468.871		STA.		
$352^{\circ} 14' 32''$		AZIMUTH	$355^{\circ} 43' 41''$	$232^{\circ} 35' 38''$	$109^{\circ} 27' 35''$	$108^{\circ} 39' 02''$	AZIMUTH	$108^{\circ} 39' 02''$	



Gambar 10. Contoh Alinyemen Horizontal, Titik Referensi dan Data Kurva Ramp 6 Interchange Krukut

Tabel 11. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 7*

BP		POINT	PI-1		PI-2		POINT	EP	
X	697.692.300	V (Km/jam)	40		40		V (Km/jam)	X	697.933.748
Y	9.296.361.258	TIPE	S-C-S		FC		TIPE	Y	9.296.051.659
STA.	0+000.000	Δ	127° 30'56"		6° 10'28"		Δ	STA.	0+624.514
		R (m)	90.000		70.000		R (m)		
		A	90.000	90.000			A		
		TS/TC	234.732	234.732	37.755		TS/TC		
		LC (m)	110.301		75.436		LC (m)		
		LS (m)	90.000	90.000			LS (m)		
		L (m)	290.301		75.436		L (m)		
		e (%)	7		2		e (%)		
		PI	X	697.946.006	697.930.936		X	PI	
			Y	9.296.542.980	9.296.089.309		Y		
		TS/SS	X	697.755.177			X	TS/SS	
			Y	9.296.406.294			Y		
			STA.	0+077.342			STA.		
		SC/T C/CC	X	697.835.116	697.932.189		X	SC/T C/CC	
			Y	9.296.445.428	9.296.127.043		Y		
			STA.	0+167.342	0+549.078		STA.		
		SC/T C/CC	X	697.926.401	9.296.051.659		X	SC/T C/CC	
			Y	9.296.396.595	697.933.748		Y		
			STA.	0+277.643	0+624.514		STA.		
		ST/SS	X	697.938.213			X	ST/SS	
			Y	9.296.308.378			Y		
			STA.	0+367.643			STA.		
54° 23'13"		AZIMUTH	181° 54'09"		175° 43'41"		AZIMUTH	175° 43'41"	

Tabel 12. Tabel Perhitungan Alinyemen Horizontal *Ramp 8*

BP		POINT	PI-1		PI-2		PI-3	POINT	EP	
X	697.950.290	V (Km/jam)	60		60		60	V (Km/jam)	X	697.677.326
Y	9.296.382.837	TIPE	FC		S-C-S		FC	TIPE	Y	9.296.215.997
STA.	0+000.000	Δ	17° 33'53"		174° 38'26"		3° 28'50"	Δ	STA.	0+909.730
		R (m)	327.478		124		2000	R (m)		
		A			124	124		A		
		TS/TC	50.593	2.820.208	2.820.208	60.768		TS/TC		
		LC (m)	100.393	253.958		121.499		LC (m)		
		LS (m)	124.000		124.000			LS (m)		
		L (m)	100.393	501.958		121.499		L (m)		
		e (%)	5		8		2	e (%)		
		PI	X	697.974.055	700.065.926		697.788.290	X	PI	
			Y	9.296.338.173	9.294.288.341		9.296.136.618	Y		
		TS/SS	X	698.051.600				X	TS/SS	
			Y	9.296.262.186				Y		
			STA.	0+158.368				STA.		
		SC/TC /CC	X	697.950.290	698.123.770		697.835.476	X	SC/T C/CC	
			Y	9.296.382.837	9.296.163.044		9.296.098.327	Y		
			STA.	0+000.000	0+282.368		0+712.566	STA.		
		SC/TC /CC	X	698.010.191	697.982.739		697.738.866	X	SC/T C/CC	
			Y	9.296.302.763	9.296.004.969		9.296.171.974	Y		
			STA.	0+100.393	0+536.327		0+834.065	STA.		
		ST/SS	X	697.876.040				X	ST/SS	
			Y	9.296.065.410				Y		
			STA.	0+660.327				STA.		
151° 59'00"		AZIMUTH	134° 25'06"		309° 03'32"		305° 34'42"	AZIMUTH	305° 34'42"	



Gambar 11. Contoh Alinyemen Horizontal, Titik Referensi dan Data Kurva Ramp&Interchange Krukut

Pada tabel – tabel di atas terdapat e (%) yang menunjukkan besarnya superelevasi pada *point of intersection* (PI) tikungan tersebut. Pada bagian akhir pekerjaan desain alinyemen horisontal adalah penentuan titik – titik penting yang dilewati (*crossing*) dengan trase jalannya.

Sedangkan titik pertemuan (*crossing*) trase dengan titik – titik penting lainnya yang harus diamankan dan diberi perlakuan khusus, berturut – turut mulai dari *ramp* 1 sampai *ramp* 8 adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Titik Pertemuan (*Crossing*) Setiap Ramp dengan Titik Penting Lainnya

Ramp	No.	Sta.	Koordinat		Keterangan
			x	y	
1	1	0+000	697876,6348	9295696,17	<i>Beginning Point</i>
	2	0+080.984	697889,2167	9295776,189	<i>Merging nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+916.288
	3	0+164.257	697897,4395	9295859,084	Jalan Raya Krukut penanganan dengan <i>Box Traffic</i>
	4	0+355	697857,0217	9296042,745	Kali Pinang penanganan dengan <i>Box Culvert</i>
	5	0+500.416	697758,6385	9296148,225	<i>Merging nose</i> dengan Ramp 8 Sta.0+804.052
	6	0+510.179	697750,0757	9296153,035	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa
	7	0+600.637	697679,1534	9296209,772	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 Kva
	8	0+726.581	697575,269	9296280,255	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 Kva
	9	0+781.011	697527,9255	9296307,241	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+432.808
	10	0+871.586	697443,7285	9296340,772	<i>Ending Point</i>
2	1	0+000	697334,078	9296408,257	<i>Beginning Point</i>
	2	0+089.986	697420,066	9296381,684	<i>Diverging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+298.065
	3	0+251.919	697578,381	9296339,995	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa
	4	0+362.896	697683,308	9296360,181	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa
	5	0+440.927	697744,811	9296408,175	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 7 Sta. 0+070.009
	6	0+457.971	697751,631	9296416,483	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa
	7	0+659.479	697852,489	9296588,52	<i>Crossing</i> dengan pipa gas penanganan dengan jembatan <i>Overpass</i>
	8	0+744.003	697850,283	9296673,034	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Ramp 5 Sta. 1+507.157
	9	0+873.994	697841,875	9296802,762	<i>Ending Point</i>

Lanjutan Tabel 13.

Ramp	No.	Sta.	Koordinat		Keterangan
			x	y	
3	1	0+000.000	697882,559	9296736,94	<i>Beginning Point</i>
	2	0+187.279	697894,665	9296616,233	<i>Diverging nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+071.411
	3	0+224.507	697914,032	9296514,152	<i>Crossing</i> dengan Pipa Gas penanganan dengan Jembatan <i>Overpass</i>
	4	0+397.632	697974,246	9296354,655	<i>Crossing</i> dengan SUTT 150 KVa
	5	0+509.895	698051,214	9296273,187	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 8 Sta. 0+150.393
	6	0+575	698102,832	9296233,217	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i> mengangkangi kali
	7	0+838.570	698327,283	9296103,635	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 12+261.165
	8	1+084.759	698571,233	9296070,161	<i>Ending Point</i>
4	1	0+000.000	698383,467	9296048,668	<i>Beginning Point</i>
	2	0+069.982	698313,754	9296055,001	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 5 Sta. 0+417.873
	3	0+304.116	698086,913	9296018,448	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i>
	4	0+517.831	697961,983	9295850,121	<i>Crossing</i> dengan SUTET 150 KVa
	5	0+721.711	697896,534	9295657,386	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Depantas Sta. -
	6	0+837.275	697871,162	9295544,696	<i>Ending Point</i>
5	1	0+000.000	698730,473	9296023,368	<i>Beginning Point</i>
	2	0+147.834	698584,134	9296037,67	<i>Diverging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 12+515.884
	3	0+227.515	698503,685	9296039,102	<i>Crossing</i> dengan sungai Krukut penanganan dengan <i>Box Portal</i>
	4	0+418.075	698313,754	9296055,001	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 4 Sta. 0+069.982
	5	0+613.632	698119,672	9296079,389	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 8 Sta. 0+367.804
	6	0+653.404	698079,053	9296079,346	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i> mengangkangi kali
	7	0+765.132	697966,828	9296073,38	<i>Crossing</i> dengan SUTET 250 Kva
	8	0+800.473	697932,421	9296074,429	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 7 Sta. 0+601.705
	9	0+813.576	697919,895	9296076,031	<i>Crossing</i> dengan dengan mainroad Depantas Sta. =
	10	0+826.725	697907,037	9296078,59	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 6 Sta. 0+010.384
	11	1+053.949	697769,083	9296240,186	<i>Crossing</i> dengan dengan mainroad Cijago Sta. = 11+674.348
	12	1+276.233	697843,828	9296446,066	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 7 Sta. 0+176.080
	13	1+410.004	697862,394	9296576,582	<i>Crossing</i> dengan Pipa Gas penanganan dengan Jembatan <i>Overpass</i>
	14	1+507.157	697850,283	9296673,034	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 2 Sta. 0+744.003
	15	1+739.010	697844,142	9296904,734	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Depantas Sta. -
	16	1+948.235	697863,567	9297112,019	<i>Ending Point</i>
6	1	0+000	697908,439	9296068,301	<i>Beginning Point</i>
	2	0+128.509	697894,188	9296195,982	<i>Crossing</i> dengan MR Cijago penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	3	0+160.077	697893,432	9296227,582	<i>Diverging Nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+458.890
	4	0+523.849	697892,662	9296216,408	<i>Crossing</i> dengan Ramp 6 Sta. 0+523.849 penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>
	5	0+542.092	697909,863	9296210,33	<i>Crossing</i> dengan MR Depantas Sta. - penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>
	6	0+567.781	697934,665	9296201,567	<i>Crossing</i> dengan Ramp 7 Sta. - penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>
	7	0+586.298	697951,015	9296194,084	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+869.426
	8	0+606.555	697970,654	9296188,862	<i>Crossing</i> dengan SUTET 150 KVa
	9	0+766.282	698121,662	9296136,814	<i>Ending Point</i>

Ramp	No.	Sta.	Koordinat		Keterangan
			x	y	
7	1	0+000.000	697701,802	9296372,984	<i>Beginning Point</i>
	2	0+070.009	697744,811	9296408,175	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 2 Sta. 0+440.927
	3	0+077.342	697755,177	9296406,295	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 Kva
	4	0+176.080	697843,828	9296446,066	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 5 Sta. 1+276.233
	5	0+227.993	697893,251	9296432,71	<i>Crossing</i> dengan dengan <i>mainroad</i> Depantas Sta. 8+254.318 penanganan dengan masuk dibawah jembatan <i>Main Road</i> Depantas
	6	0+474.514	697934,665	9296201,567	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 6 Sta. 0+568.389 penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	7	0+494.180	697934,012	9296181,911	<i>Crossing</i> dengan dengan MR Cijago Sta. 11+849.206 penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	8	0+543.821	697930,798	9296132,35	<i>Merging nose</i> dengan MR Depantas Sta. -
	9	0+601.705	697932,421	9296074,429	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 5 Sta. 0+800.473 penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	10	0+624.514	697933,749	9296051,66	<i>Ending Point</i>
8	1	0+000	697950,29	9296382,837	<i>Beginning Point</i>
	2	0+150.393	698051,214	9296273,187	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 3 Sta. 0+509.895
	3	0+225	698096,852	9296213,362	Kali Pinang penanganan dengan <i>Box Culvert</i>
	4	0+324.910	698129,002	9296120,946	<i>Crossing</i> dengan MR Cijago Sta. - penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	5	0+367.804	698123,932	9296079,241	<i>Crossing</i> dengan Ramp 5 Sta. - penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>
	6	0+425	698086,437	9296033,508	Kali Pinang penanganan dengan <i>Box Culvert</i>
	7	0+551.674	697966,37	9296008,905	<i>Crossing</i> dengan SUTT 250 KVa
	8	0+601.406	697923,386	9296025,157	<i>Crossing</i> dengan MR Depantas Sta. - penanganan dengan masuk kolong jembatan <i>overpass</i>
	9	0+804.052	697758,639	9296148,225	<i>Merging nose</i> dengan Ramp 1 Sta. 0+500.416
	10	0+819.773	697749,393	9296163,704	<i>Crossing</i> dengan SUTT 500 KVa
	11	0+906.974	697679,825	9296214,154	<i>Crossing</i> dengan SUTT 500 KVa
	12	0+909.730	697677,326	9296215,997	<i>Ending Point</i>

Setelah titik – titik kritis pada alinyemen horisontal terdaftar, maka langkah selanjutnya adalah pengaturan elevasi masing – masing titik pertemuan agar tercipta keselarasan *interchange* dalam hal pemberian jarak aman (*clearance*) sehingga tidak terjadi kesamaan elevasi pada titik *crossing* yang akan menjadi kesalahan fatal dalam sebuah desain *interchange*.

Perhitungan Alinyemen Vertikal Masing – masing Ramp

Sebelum mulai perhitungan elevasi masing – masing *ramp*, terlebih dahulu harus diketahui elevasi masing – masing *main road* kedua ruas jalan tol dan tipikal potongan melintang *main road* yang akan dihubungkan. Hal ini sangat perlu karena dari titik inilah *merging/diverging nose* tempat pengambilan titik elevasi pertama dilakukan.

- Menghitung dan menentukan elevasi – elevasi pada titik – titik kritis.

Tabel 14. Penentuan Elevasi pada Titik Pertemuan (*Crossing*) Setiap Ramp dengan Titik Penting Lainnya

Ramp	No.	Sta.	Keterangan	Elevasi yang diperlukan
1	1	0+000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Depantas
	2	0+080.984	<i>Merging nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+916.288	73,913 didapat dari $74,253$ (el. MR) - $\{(0,02 \times 12) + (0,04 \times 2,5) + (1 \times 0,02)\}$
	3	0+164.257	Jalan Raya Krukut penanganan dengan <i>Box Traffic</i>	El. fg76,647 dan el. Jl. Krukut68,295 (aman) > 5,2 m
	4	0+355	Kali Pinang penanganan dengan <i>Box Culvert</i>	El. fg72,729 dan el. MAB kali Pinang68,97 (aman)
	5	0+500.416	<i>Merging nose</i> dengan Ramp 8 Sta. 0+804.052	71,201
	6	0+510.179	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	73,796 el. SUTE96,626 (aman) > 11m
	7	0+600.637	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	74,976 el. SUTE92,191 (aman) > 11m
	8	0+726.581	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	73,990 el. SUTE102,882 (aman) > 11m
	9	0+781.011	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+432.808	74,090 didapat dari $74,430$ (el. MR) - $\{(0,02 \times 12) + (0,04 \times 2,5) + (1 \times 0,02)\}$
	10	0+871.586	<i>Ending Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Cijago

Lanjutan Tabel 14.

Ramp	No.	Sta.	Keterangan	Elevasi yang diperlukan
2	1	0+000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Cijago
	2	0+089.986	<i>Diverging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+307.318	72.977 didapat dari 73.786 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	3	0+251.919	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	71.755 el. SUTE 102.882 (aman) >11m
	4	0+362.896	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	72.123 el. SUTE 97.527 (aman) >11m
	5	0+440.927	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 7 Sta. 0+071.980	72.639
	6	0+457.971	<i>Crossing</i> dengan SUTET 500 KVa	72.752 el. SUTE 96.626 (aman) >11m
	7	0+659.479	<i>Crossing</i> dengan pipa gas penanganan dengan jembatan <i>Overpass</i>	76.902 el. pipa gas 68.723 (aman)
	8	0+744.149	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Ramp 5 Sta. 1+507.066	73.735 didapat dari 73.866 (el. Ramp 5) -{(4.25x0.02)+(0.02x1)}
	9	0+873.994	<i>Ending Point</i>	<i>Follow Ramp 5</i>
3	1	0+000.000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Depantas
	2	0+187.279	<i>Diverging nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+071.411	75.002 didapat dari 75.342 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	3	0+224.507	<i>Crossing</i> dengan Pipa Gas penanganan dengan Jembatan <i>Overpass</i>	76.404 el. pipa gas 68.400 (aman)
	4	0+397.632	<i>Crossing</i> dengan SUTT 150 KVa	73.590 el. SUT 81.905 (aman) >7,5m
	5	0+509.895	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 8 Sta. 0+150.393	74.328
	6	0+575	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i> mengangkangi kali	El. fg 74.524 dan el. MAB kali Pinang 68.97 (aman)
	7	0+838.570	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 12+261.165	68.621 didapat dari 68.961 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	8	1+084.759	<i>Ending Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Cijago
4	1	0+000.000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow Ramp 5</i>
	2	0+069.982	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 5 Sta. 0+418.075	69.698 didapat dari 69.830 -{(4.250x0.02)+(1x0.02)}
	3	0+304.116	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i>	El. fg 74.344 dan el. MAB kali Pinang 68.97 (aman)
	4	0+497.956	<i>Crossing</i> dengan jl. Raya Krukut	El. fg 77.765 dan el. fg. Jl. Krukut Ray 71.087 (aman)
	5	0+721.046	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Depantas Sta. 9+030.153	71.585 didapat dari 71.945 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	6	0+837.275	<i>Ending Point</i>	<i>Follow mainroad</i> Depantas
5	1	0+000.000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow mainroad</i> Cijago
	2	0+147.834	<i>Diverging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 12+522.267	65.997 didapat dari 66.425 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	3	0+227.515	<i>Crossing</i> dengan sungai Krukut penanganan dengan jembatan mengangkangi sungai	66.794 el. MAB sungai Krukut 58.6 m (aman)
	4	0+418.075	<i>Diverging nose</i> dengan Ramp 4 Sta. 0+069.982	69.830
	5	0+613.632	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 8 Sta. 0+367.804	70.826 el. Ramp 5 78.454 (aman) > 5,2 m
	6	0+653.042	<i>Crossing</i> dengan kali Pinang penanganan dengan <i>Box Portal</i> mengangkangi kali	El. fg 70.428 dan el. MAB kali Pinang 68.97 (aman)
	7	0+765.132	<i>Crossing</i> dengan SUTET 250 Kva	69.365 el. kabel 80.852 > 7.5 (aman)
	8	0+800.473	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 7 Sta. 0+601.705 masuk ke kolong jembatan Ramp 7	69.585 el. Ramp 7 77.271 > 5.2 m (aman)
	9	0+813.576	<i>Crossing</i> dengan dengan mainroad Depantas penanganan masuk ke kolong jembatan mainroad	69.826 el. main road 77.986 > 5.2 (aman)
	10	0+826.725	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 6 Sta. 0+010.384	70.154
	11	1+053.949	<i>Crossing</i> dengan dengan mainroad Cijago Sta. = 11+674.348	80.232 el. mainroad 72.027 > 5.2 (aman)
	12	1+276.233	<i>Crossing</i> dengan dengan Ramp 7 Sta. 0+176.080	78.612 el. Ramp 7 69.773 > 5.2 (aman)
	13	1+410.004	<i>Crossing</i> dengan Pipa Gas penanganan dengan Jembatan <i>Overpass</i>	76.412 el. pipa gas 68.723 (aman)
	14	1+507.066	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Ramp 2 Sta. 0+744.149	73.866
	15	1+739.010	<i>Merging nose</i> dengan mainroad Depantas Sta. 7+772.147	66.954 didapat dari 67.317 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	16	1+948.235	<i>Ending Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Depantas
6	1	0+000	<i>Beginning Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Depantas
	2	0+128.509	<i>Crossing</i> dengan MR Cijago penanganan dengan jembatan <i>overpass</i>	<i>Follow Main Road</i> Depantas
	3	0+160.077	<i>Deverging Nose</i> dengan MR Depantas Sta. 8+458.890	77.195 didapat dari 77.535 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	4	0+523.849	<i>Crossing</i> dengan Ramp 6 Sta. 0+523.849 penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>	64.532 el. Ramp 6 77.495 (aman) > 5,2 m
	6	0+542.092	<i>Crossing</i> dengan MR Depantas Sta. - penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>	64.519 el. MR 77.564 (aman) > 5,2 m
	7	0+567.781	<i>Crossing</i> dengan Ramp 7 Sta. - penanganan masuk kekolong jembatan <i>overpass</i>	64.501 el. Ramp 7 77.280 (aman) > 5,2 m
	8	0+586.298	<i>Merging nose</i> dengan MR Cijago Sta. 11+869.426	69.448 didapat dari 69.828 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2.5)+(1x0,02)}
	9	0+606.555	<i>Crossing</i> dengan SUTET 150 KVa	Elevasi <i>Follow Main Road</i> Cijago
	10	0+766.282	<i>Ending Point</i>	<i>Follow Main Road</i> Cijago

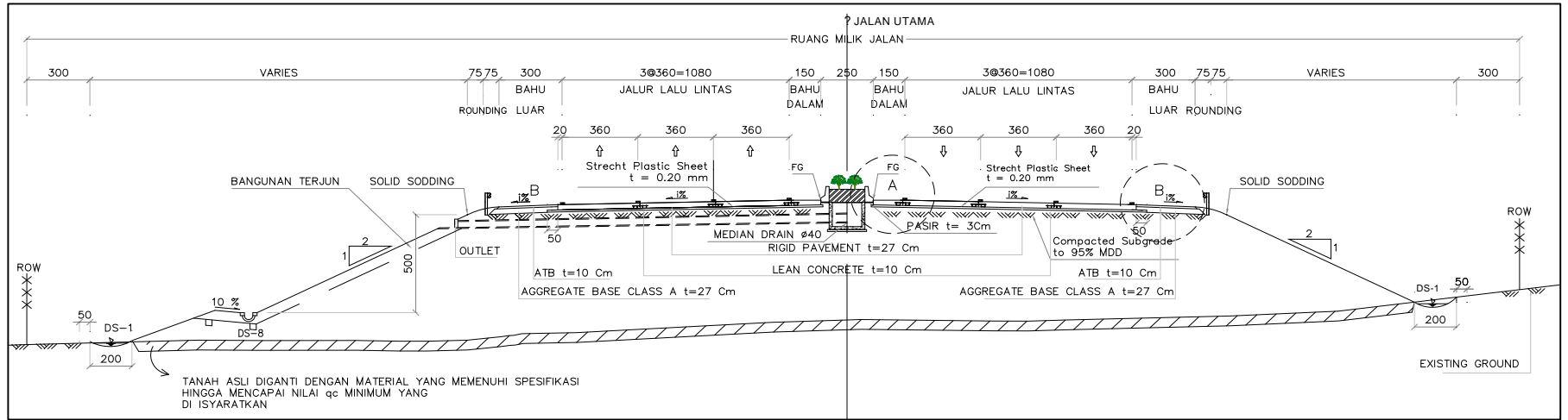
Lanjutan Tabel 14.

Ramp	No.	Sta.	Keterangan	Elevasi yang diperlukan
7	1	0+000.000	Beginning Point	Follow Main Road Cijago
	2	0+070.009	Diverging nose dengan Ramp 2 Sta. 0+440.927	72.779 didapat dari 72.639 (el. Ramp 2) + (7x0,02)
	3	0+077.342	Crossing dengan SUTET 500 Kva	72.865 el. SUTE 96.626 > 11m (aman)
	4	0+176.080	Crossing dengan dengan Ramp 5 Sta. 1+276.233	69.773 el. Ramp 5 78.612 > 5.2 (aman)
	5	0+227.993	Crossing dengan dengan mainroad Depantas	68.986 el. Ramp 5 76.873 > 5.2 (aman)
	6	0+474.514	Crossing dengan dengan Ramp 6 Sta. 0+568.389 penanganan dengan jembatan overpass	77.280 el. Ramp 6 64.501 > 5.2 m (aman)
	7	0+494.180	Crossing dengan dengan MR Cijago Sta. 11+849.206 penanganan dengan jembatan overpass	77.408 el. mainroad 69.855 > 5.2 (aman)
	8	0+543.821	Merging nose dengan MR Depantas Sta. 8+555.011	77.557 didapat dari 77.917 (el. MR)- {(0,02x12)+(0,04x2,5)+(1x0,02)}
	9	0+601.705	Crossing dengan dengan Ramp 5 Sta. 0+800.473 penanganan dengan jembatan overpass	Follow main road
	10	0+624.514	Ending Point	Follow main road
8	1	0+000	Beginning Point	Follow Ramp 3
	2	0+150.393	Diverging nose dengan Ramp 3 Sta. 0+509.895	74.393 didapat dari el. fg Ramp 3 Sta. 0+509,895 sebesar 74.328 - (12,429x0,02)
	3	0+225	Kali Pinang penanganan dengan Box Culvert	El. fg 75,138 dan el. MAB kali Pinang 68,97 (aman)
	4	0+324.910	Crossing dengan MR Cijago Sta. - penanganan dengan jembatan overpass	78.459 el. MR Cijago 70,508 (aman) > 5,2 m
	5	0+367.804	Crossing dengan Ramp 5 Sta. - penanganan dengan jembatan overpass	78.454 el. Ramp 5 70,826 (aman) > 5,2 m
	6	0+425	Kali Pinang penanganan dengan Box Culvert	El. fg 76,614 dan el. MAB kali Pinang 68,97 (aman)
	7	0+551.674	Crossing dengan SUTT 250 KVa	71.484 el. SUT 80,852 (aman) > 7,5m
	8	0+601.406	Crossing dengan MR Depantas Sta. - penanganan dengan masuk kolong jembatan overpass	70.046 el. MR Depantas 78,107 (aman) > 5,2 m
	9	0+804.052	Merging nose dengan Ramp 1 Sta. 0+500.416	71.384 didapat dari el. fg Ramp 1 Sta. 0+500,416 sebesar 71.021 + (9,176x0,02)
	10	0+819.773	Crossing dengan SUTT 500 KVa	Elevasi follow Ramp 1
	11	0+906.974	Crossing dengan SUTT 500 KVa	Elevasi follow Ramp 1
	12	0+909.730	Ending Point	Follow Ramp 1

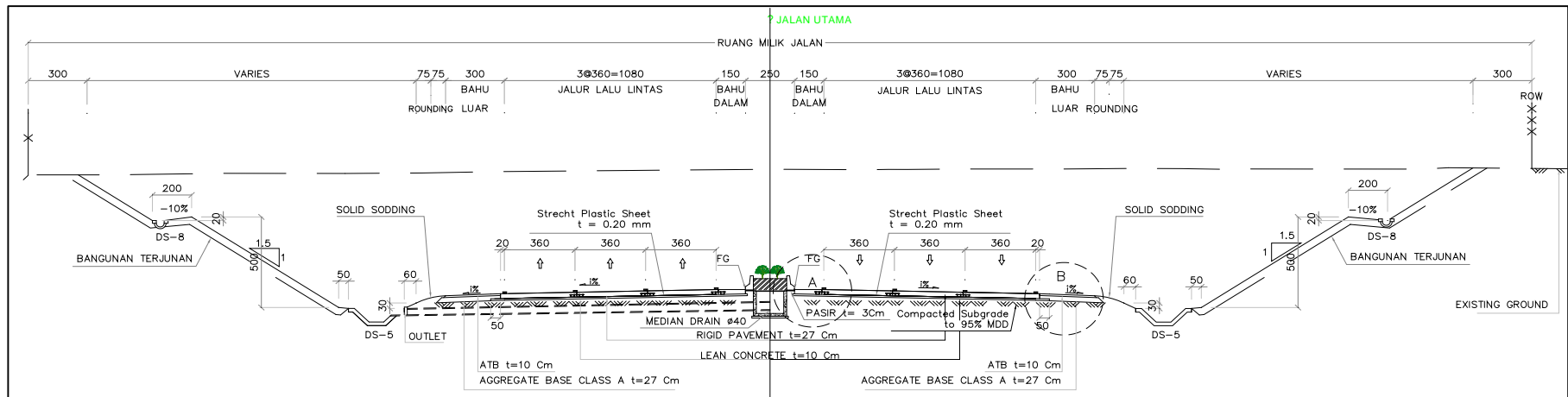
- b. Menghitung dan menentukan panjang *grade* (kemiringan memanjang) dalam satuan % dan data – data lengkung vertikal pada tiap – tiap PVI (*point of vertical intersection*) yang dibutuhkan berdasarkan nilai perbedaan aljabar *grade* pada masing – masing *ramp*.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Setiap Ramp

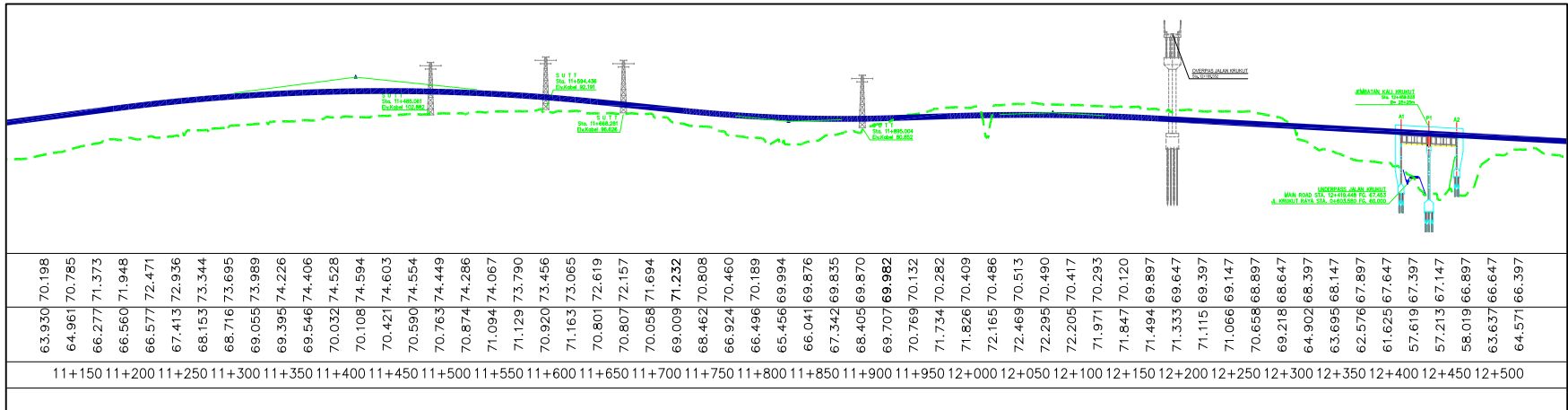
Ramp	No. PVI	Sta. PVI	Elevasi PVI (m)	Grade (%)		LV (m)	EV (m)
				1	2		
1	1	0+165.544	77.465	2,923	-2,5	120	-0,813
	2	0+445	70.479	-2,5	1,303	100	0,475
	3	0+731.011	74.207	1,303	0,291	100	-0,192
2	1	0+150	73.877	1,5	0	100	-0,5
	2	0+250	71.377	0	0,661	100	0,395
	3	0+531.576	73.238	0,661	0	100	0,542
	4	0+631.576	78.238	0	-4	100	-1,125
3	1	0+225	77.078	2	-2,5	120	0,675
	2	0+375	73.328	-2,5	0,606	100	0,388
	3	0+625	74.842	0,606	-3,5	120	0,616
	4	0+788.415	69.123	-3,5	-0,995	100	0,313
4	1	0+523.339	78.765	2	-4	150	-1,125
	2	0+676.687	72.631	-4	-2,359	80	0,164
5	1	0+305.042	67.569	1	2	100	0,125
	2	0+516.430	71.797	2	-1	120	-0,45
	3	0+810.317	68.858	-1	5	120	0,9
	4	1+067.897	81.737	5	-1,5	150	-1,219
	5	1+404.431	76.689	-1,5	-2,75	100	-0,156
	6	1+679.402	69.127	-2,75	-3,173	100	-0,053
6	1	0+250.007	76.925	-0,3	-3,5	150	-0,6
	2	0+459.975	69.576	-3,5	-0,07	120	0,515
7	1	0+109.183	73.076	0,648	-5	70	-0,494
	2	0+217.254	67.672	-5	5	100	1,25
	3	0+406.722	77.146	5	0,3	120	-0,705
8	1	0+222.799	74.832	0,606	4	60	0,255
	2	0+346.181	79.767	4	-4	115	-1,15
	3	0+607.233	69.325	-4	1	100	0,625
	5	0+774.052	70.993	1	1,3	60	0,023



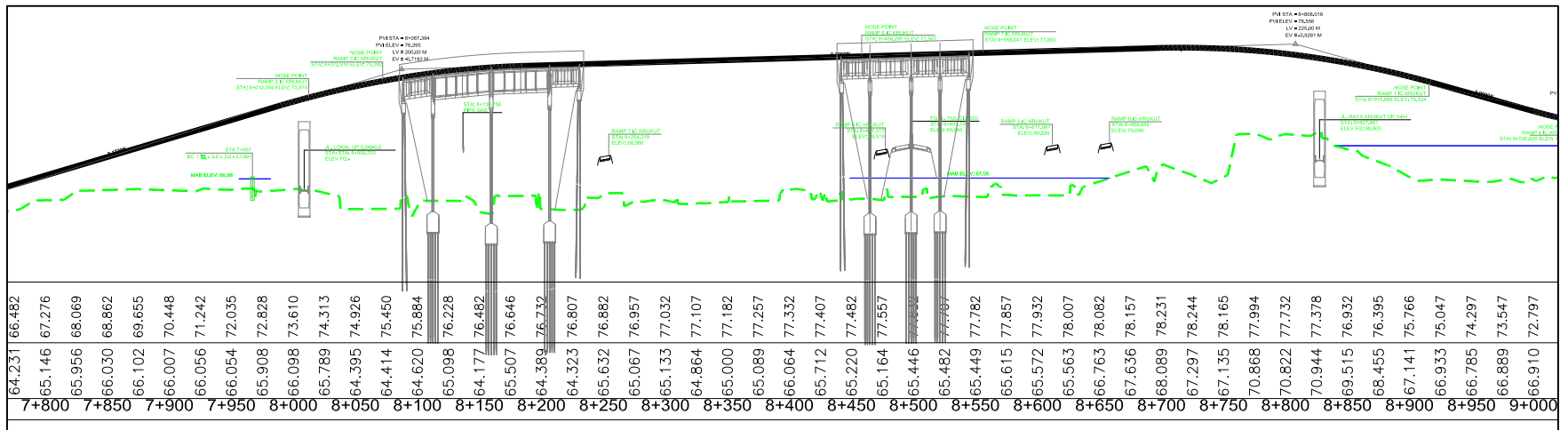
Gambar 12. Tipikal Potongan Melintang *Mainroad* Depok – Antasari (Depantas)



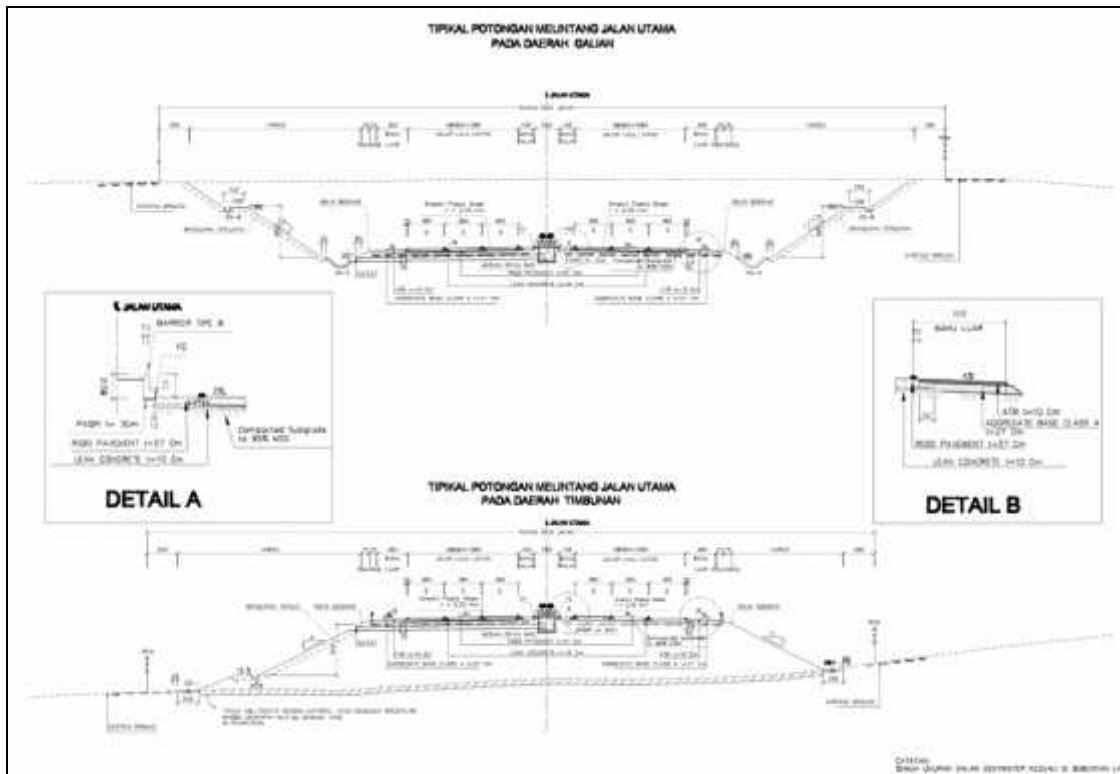
Gambar 13. Tipikal Potongan Melintang *Mainroad* Cinere – Jagorawi (Cijago)



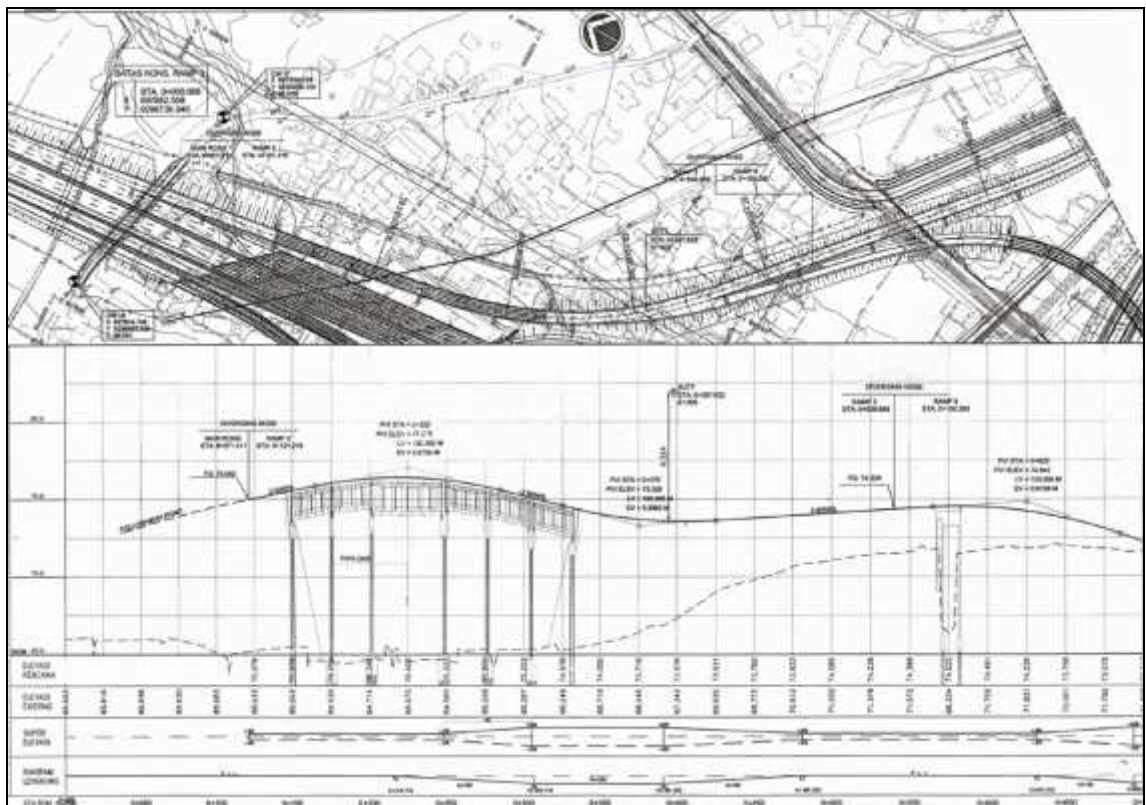
Gambar 14. Potongan Memanjang Mainroad Jalan Tol Ruas Depok – Antasari Sta. 7+800 sampai Sta. 9+000



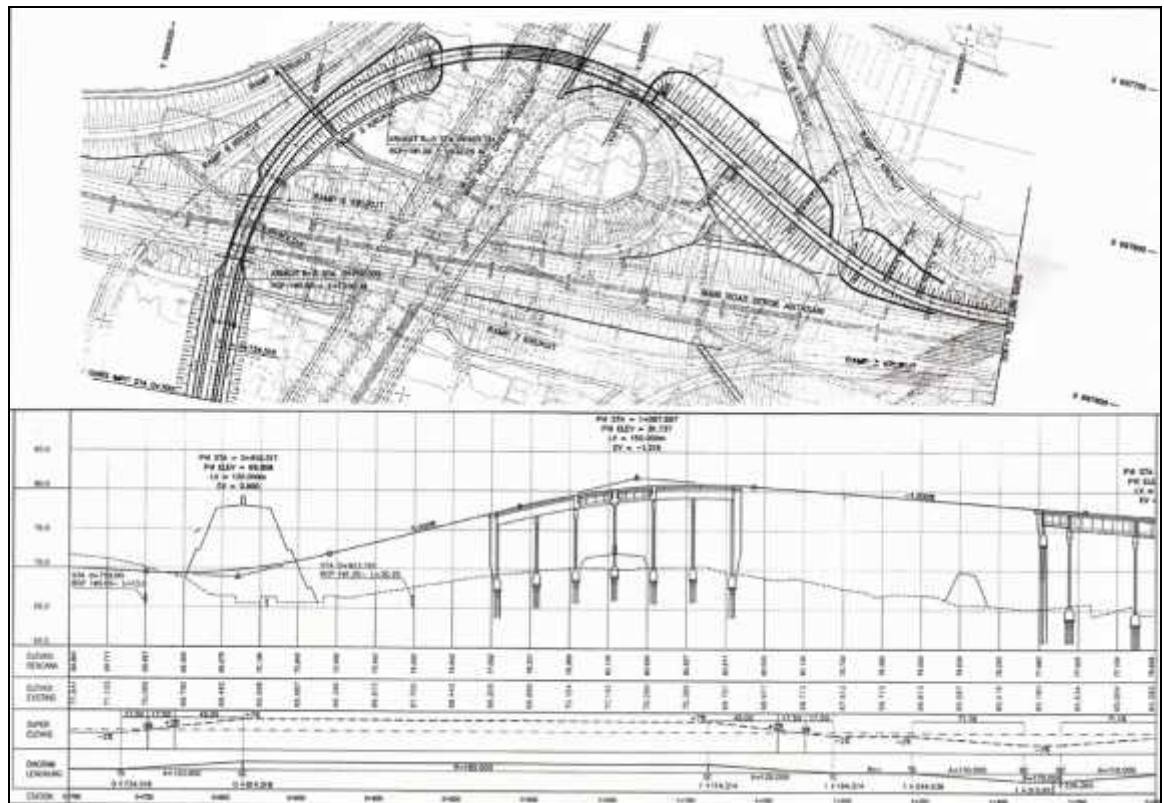
Gambar 15. Potongan Memanjang Mainroad Jalan Tol Ruas Cinere – Jagorawi Sta. 11+150 sampai Sta. 12+500



Gambar 16. Tipikal Potongan Melintang Jalan Utama pada Daerah Galian dan Timbunan



Gambar 17. Contoh *Plan & Profile Ramp 3 Interchange* Krukut Sta. 0 + 000 sampai Sta 0 + 700



Gambar 18. Contoh *Plan & Profile Ramp 5 Interchange Krukut* Sta. 0 + 700 sampai Sta. 1 + 400

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa di atas maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Lokasi simpang susun Krukut berada dua ruas jalan tol yaitu titik Sta. 8+497.799 Ruas Depok – Antasari (Depantas) dan Sta. 11+825.212 Ruas Cinere – Jagorawi (Cijago), dan daerah tersebut bebas dari daerah konservasi, banjir.
2. Bentuk dari simpang susun Krukut tergolong dalam tipe *partial cloverleaf* dengan modifikasi *directional and semi directional ramps* untuk mendapatkan efisiensi lahan yang optimal. Dengan bentuk *ramp* per jalur, yaitu:
 - a. *Ramp* 1, 2 dan 4 berbentuk *directional ramps* dengan kecepatan rencana 60 Km/jam
 - b. *Ramp* 3 berbentuk *directional ramps* dan kecepatan rencana 40 Km/jam
 - c. *Ramp* 5 dan 8 berbentuk *semidirectional ramps* dan kecepatan rencana 60 Km/jam
 - d. *Ramp* 6 berbentuk *loop* dan kecepatan rencana 40 Km/jam
 - e. *Ramp* 7 berbentuk *semidirectional ramps* dan kecepatan rencana 40 Km/jam
 Penetapan kecepatan rencana didasarkan pada efektifitas lahan dan faktor persilangan antara dua jalan utama (Depok – Antasari dan Cinere – Jagorawi) yang masing – masing memiliki kecepatan rencana 80 Km/jam.
3. Layanan *ramp - ramp* terhadap lalu lintas adalah *ramp* 1 melayani lalu lintas dari Depok ke arah Cinere, *ramp* 2 melayani lalu lintas dari Cinere ke arah Antasari, *ramp* 3 melayani lalu lintas dari Antasari ke arah Jagorawi, *ramp* 4 melayani lalu lintas dari Jagorawi ke arah Depok, *ramp* 5 melayani lalu lintas dari Jagorawi ke arah Antasari, *ramp* 6 melayani lalu lintas dari Depok ke arah Jagorawi, *ramp* 7 melayani

lalu lintas dari Cinere ke arah Depok dan *ramp*8 melayani lalu lintas dari Antasari ke arah Cinere.

4. Jumlah lajur masing - masing *ramp* adalah sebagai berikut:
 - a. *Ramp* 1, 2, 4, 6, 7 dan 8 jumlah 1 lajur dengan bahu dalam 1 m, lajur lalu lintas 4 m dan bahu luar 3 m.
 - b. *Ramp*3 dan 5 jumlah 2 lajur dengan komposisi bahu dalam 0,75 m, lajur lalu lintas 3,5; 3,5 m dan bahu luar 0,75 m.
5. Dengan modifikasi bentuk yang optimal maka seluruh utilitas baik pipa gas, kabel SUTT 150 Kva dan kabel SUTET 500 Kva tidak terganggu sama sekali, sehingga hal ini akan mempermudah proses konstruksi *interchange* Krukut, dan akan menghemat biaya konstruksinya.

Saran

1. Simpang susun ini direncanakan sampai 20 tahun jika ada perubahan usia rencana dan parameter lainnya, maka disain simpang susun Krukut ini perlu ditinjau kembali.
2. Untuk membuat *trade mark* tersendiri di daerah Krukut khususnya dan Kota Depok tempat kelurahan Krukut berada umumnya, maka pada daerah *interchange* bisa juga dijadikan sebagai situ atau danau buatan, sehingga selain *interchange* yang mempunyai 8 *ramp* yang mempunyai keidahan tersendiri juga bagi para pengemudi disediakan *landscape* berupa tanaman hias dan juga kesejukan danau buatan di sekitar *interchange* Krukut.
3. Perumahan yang terkena pembebasan *interchange* dan lokasi situ direlokasi pada daerah yang bisa menimbulkan *view* tersendiri dari rencana jalan tol, misalnya pasa sebelah barat laut titik persimpangan *interchange* yang masih berupa lahan kosong dan juga mempunyai *terrain* yang relatif datar. Sehingga apabila *interchange* selesai dibangun akan tampak perumahan yang rapi dengan hamparan situ pada sekeliling *interchange*

5. DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1992, *Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Binpran, Jakarta
- _____, 1997, *Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM)* atau Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- _____, 2000, *Highway Capacity Manual (HCM)*, *Transportation Research Board*
- _____, 2008, *RSNI Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- AASHTO, 1984, *Policy on Geometric Design of Highway and Streets*, N.W., Siute 249, Washington DC.
- AASHTO, 1990, *Policy on Geometric Design of Highway and Streets*, N.W., Siute 249, Washington DC.
- Sukirman, 1994, *Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Jakarta.
- Joyopuspito, Kuliah dan Kliping Jalan Raya I Fakultas Teknik Sipil Universitas Trisakti, Jakarta.
- MBT Global Training, 2001, *Road Design*, Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Bandung.
- Leish, Joel.P, 2005, *Freeway and Interchange Geometric Design HandBook*, ITE, USA.
- Leisch, Jack.E, 1962, *Interchange Design*, De Leuw, Carther & Company, Chicago.
- Hickerson, Thomas. F, 1964, *Route Location and Design*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Matsuno. S, 1982, *Clothoid*, *Japan International Cooperation Agency*, Japan.
- Morlock, Edward. K, 1978, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Surabaya.