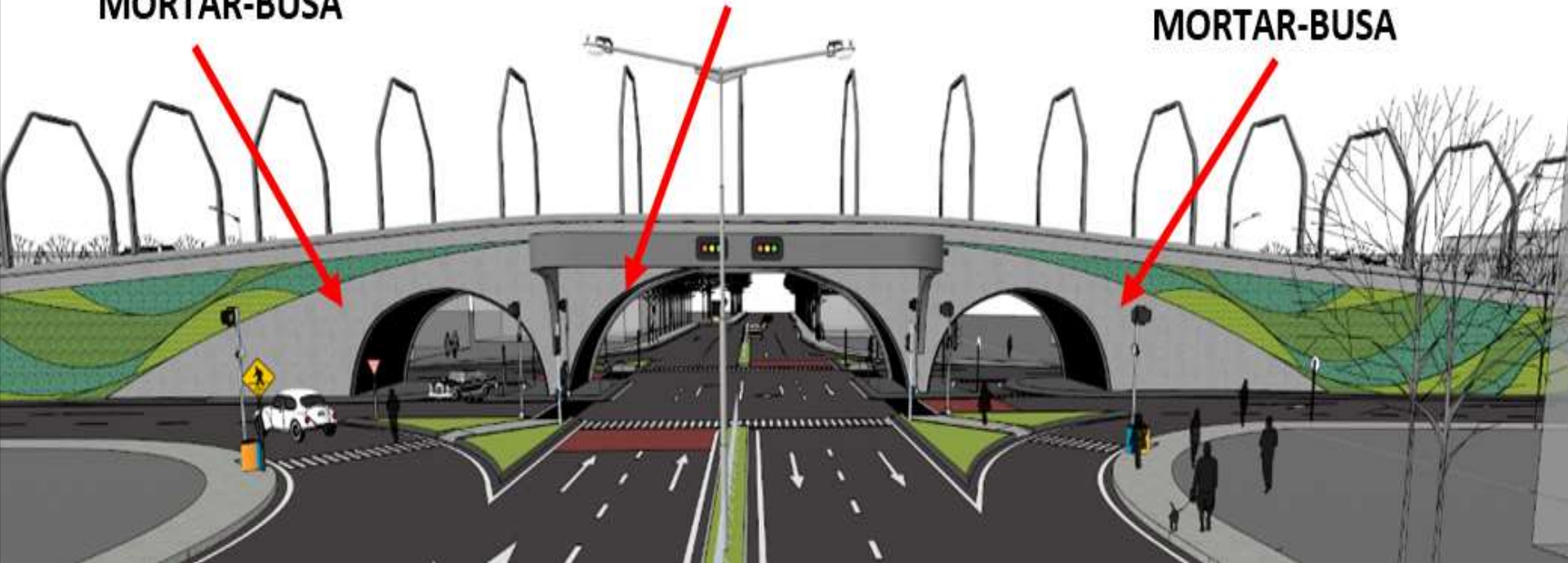


**TIMBUNAN RINGAN
MORTAR-BUSA**

CORRUGATED STEEL

**TIMBUNAN RINGAN
MORTAR-BUSA**



Teknologi Bidang GeoTeknik Jalan

TEKNOLOGI CMP

(Corrugated steel Mortar busa Pusjatan)



OutPut Teknologi CSS

Tahun 2015 :

naskah ilmiah kajian perencanaan lintas atas menggunakan struktur baja bergelombang

Tahun 2016

prototipe implementasi konstruksi lintas atas menggunakan struktur baja bergelombang

Tahun 2017

- Spesifikasi Struktur baja Bergelombang
- R1 pedoman perencanaan lintas atas menggunakan struktur baja bergelombang.
- R1 pedoman pelaksanaan lintas atas menggunakan struktur baja bergelombang.

Kesiapan Kelengkapan Teknologi CMP

Data	Item kelengkapan	Tahun tersedia
Teknologi Timbunan ringan	Pedoman Perancangan	2015
	Pedoman Perencanaan	2015
	Pedoman Pelaksanaan	2015
	Spesifikasi	2015
Teknologi CSS	Spesifikasi material Baja	Spek Interim, 2016
	Pedoman Perencanaan	2017
	Pedoman Pelaksanaan	2017
	Pedoman Pemeliharaan	2018

Isu mengenai persimpangan sebidang:

1. Permasalahan di daerah perkotaan:

- Volume lalu lintas tinggi
- Persimpangan sebidang
- Keterbatasan lahan dan masalah pembebasan lahan
- Perlintasan kereta api
- Ruang terbuka hijau terbatas

2. Permasalahan di daerah antar kota:

- Topografi perbukitan mengakibatkan banyaknya galian tebing tinggi dan pembangunan jalan mengikuti topografi perbukitan (masalah longsor dan keterbatasan lebar badan jalan)
- Perlintasan kereta api



Perlntasan Kereta Api



Persimpangan Sebidang

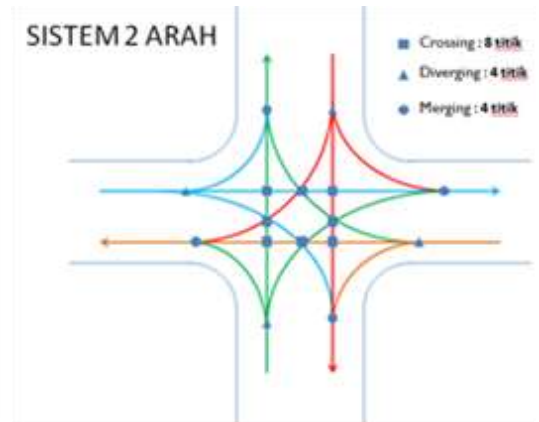
KONSEP APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG UNTUK JALAN LINTAS ATAS

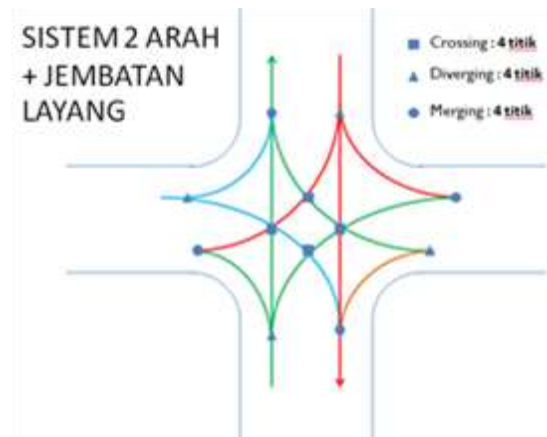
Mengatasi permasalahan kemacetan pada daerah persimpangan sebidang di daerah perkotaan



Tipikal Konflik pada Persimpangan Sebidang di Daerah Perkotaan



Tipikal Penanganan dengan Jalan Lintas Atas



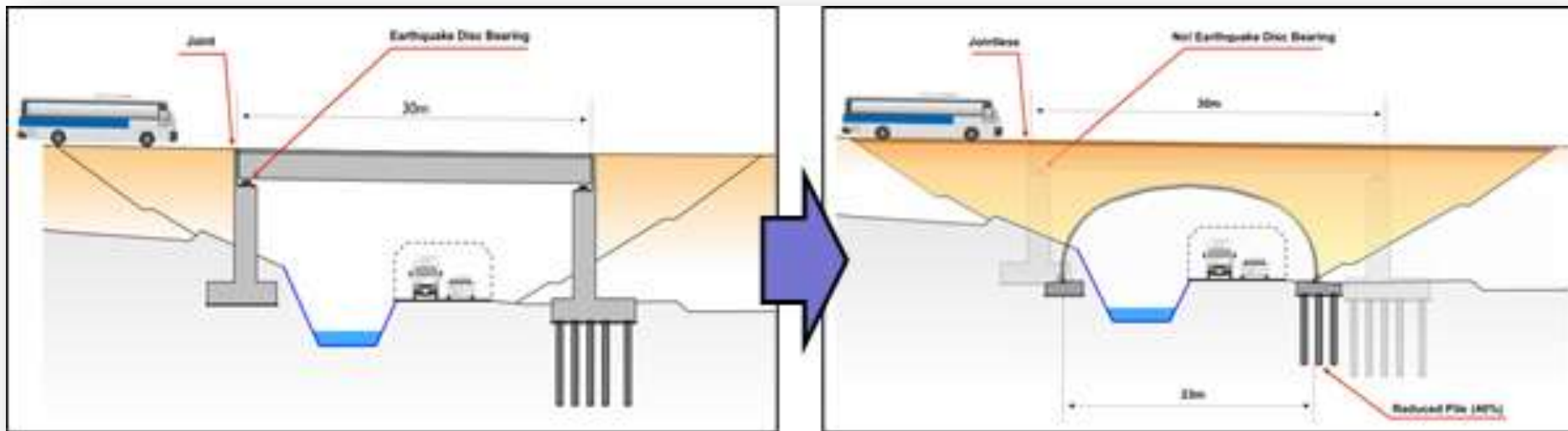
KONSEP APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG UNTUK JALAN LINTAS ATAS

Konsep aplikasi CSS sebagai JALAN LINTAS

KONVERSI MODEL JEMBATAN KE MODEL CSS

KONVERSI MODEL ini menghemat lebar bentang, penggunaan beton & kebutuhan kedalaman fondasi



PERKEMBANGAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG (Corrugates Steel Structure /CSS)

STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG (CSS)

Struktur plat baja yang kekakuan/kekerasannya diperkuat oleh bentuk bergelombang

Modulus plastisnya dapat meningkat 10 hingga 50 kali (Rhee, 2014)

What is the Corrugated Steel Structure?

Structural Steel Plates with improved rigidity by corrugation from virgin plates



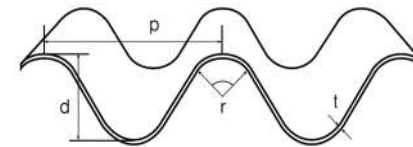
Flat Playing Card



Corrugated Playing Card



Corrugated Steel Structure



Type	Thickness	Pitch	Depth
Standard CSS	3.2~7.0 mm	150 mm	50 mm
Deep CSS	3.4~8.0 mm	381 mm	140 mm
EXSCor	3.4~8.0 mm	500 mm	237 mm

Plastic modulus increased
10~50 times

PERKEMBANGAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG (Corrugates Steel Structure /CSS)

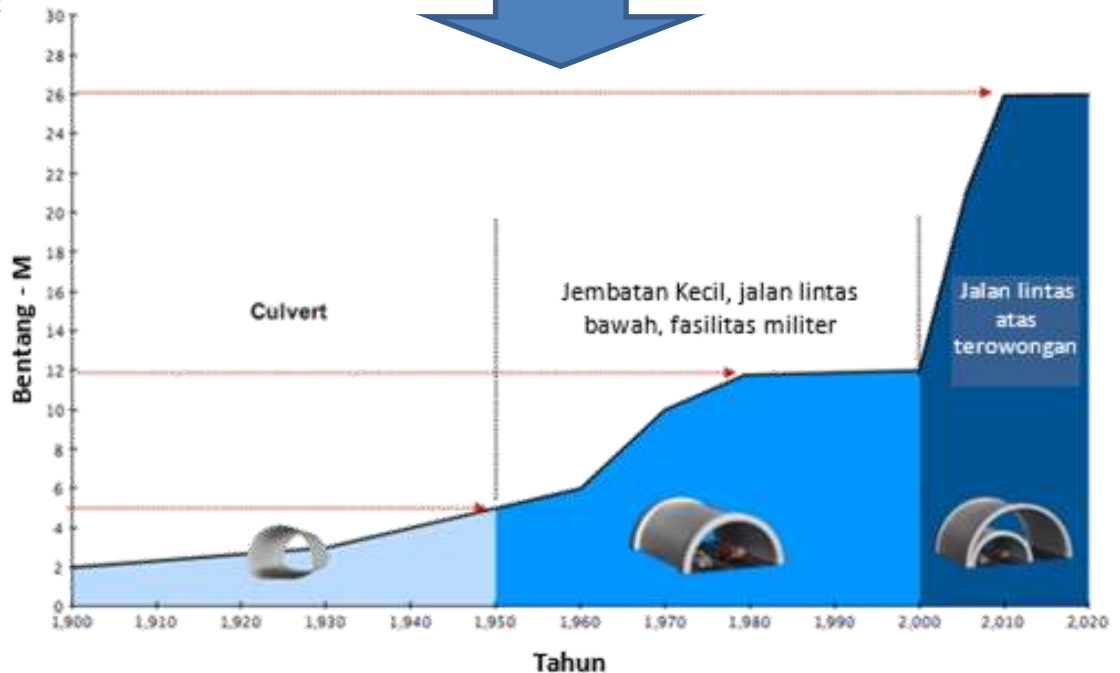
1896

- Ditemukan & telah dipatenkan James H. Watson

1931

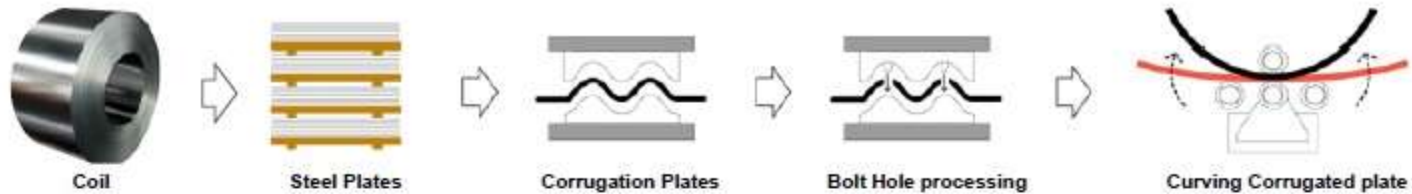
- struktur plat pipa bergelombang besar telah dikembangkan & berhasil dirakit di lokasi proyek
- Diameter 8 – 18m dapat dibuat

Seiring dengan berkembangnya **lebar diameter & panjang CSS** yang dapat diproduksi dari tahun ke tahun, penggunaannya meluas tidak hanya berfungsi sebagai saluran air atau fasilitas drainase saja



PERKEMBANGAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG (Corrugates Steel Structure /CSS)

Proses dari Material Struktur Baja Bergelombang



Bahan Dasar menggunakan flat steel plate, SS400, SS490, SS540, dan SS590

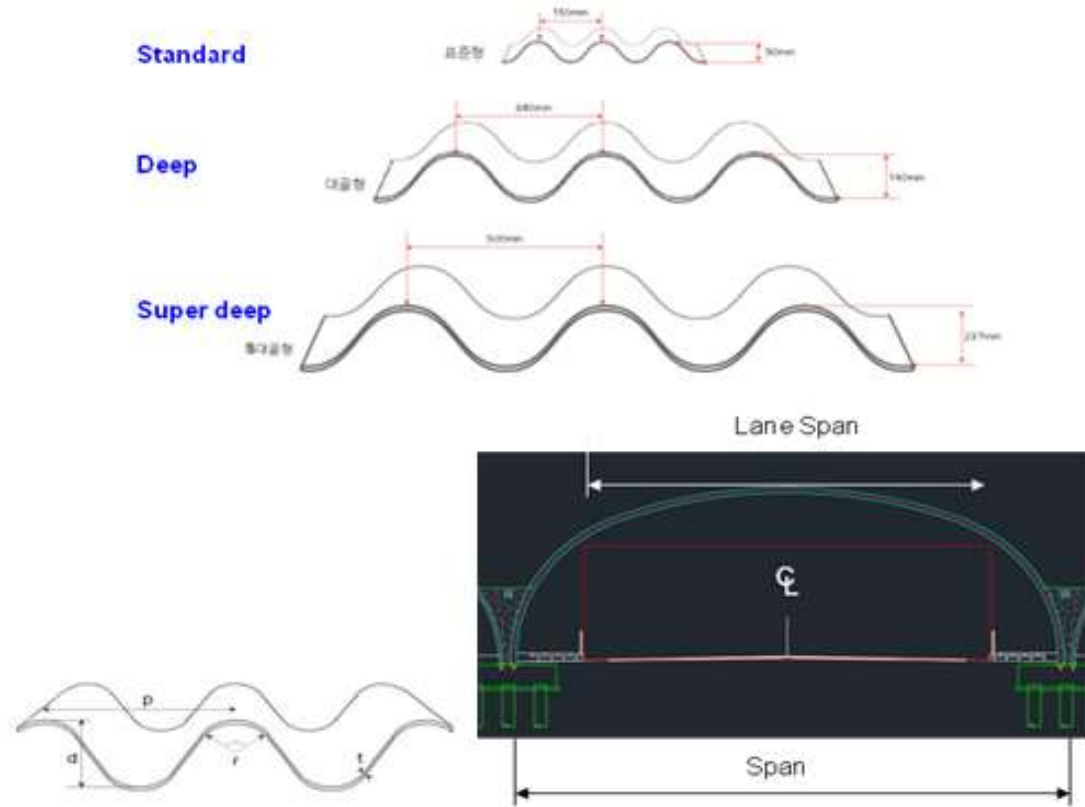


Sumber: Posco & Pyungsan(2016)

PERKEMBANGAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG (Corrugated Steel Structure / CSS)

Tipe Struktur Baja Bergelombang yang Telah Berkembang Hingga Saat Ini

Type	Ketebalan (mm)	Pitch (p)	Depth (d)	Max. Span	Max. Lane Span
Standard	3.2~7.0	150mm	50mm	9m	6m
Deep	3.4~8.0	381mm	140mm	27m	24m
Exscor	3.0~9.0	500mm	237mm	35m	32m



Sumber: Posco & Pyungsan (2016)

APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

Terowongan Jalan



Namsan Haebyeon Eco-tunnel (Good/2012) | Type : Low profile arch / Span : 18m / Rise : 5.5m / Length : 70m



Namsan Boori Hill (Good/2012) | Type : Low profile arch / Span : 25.5m / Rise : 9.1m / Length : 42.6m

Jembatan



Ranong-Silong Gorge Bridge (Gesungdo/Construction Headquarters/2009) | Type : Low profile arch / Span : 17.0m / Rise : 6.7m / Length : 20.0m



Namsan Boori Hill (Good/2012) | Type : Low profile arch / Span : 17.0m / Rise : 5.2m / Length : 18.6m

APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

Bangunan



Korea Submarine cables Seoul/2011 (Use: High-clearance arch/Soan: 21.1m/Rise: 30.3m/Length: 18.4m)



Yonamongdo Public stadium Incheon/2011 (Use: Low-profile arch/Soan: 12.0m/Rise: 4.3m/Length: 27.6m)

Jalan & Perlintasan Kereta Api



Sumber: Chris Lawson,



APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

Penanganan Longsoran



Ruang Terbuka Hijau

APLIKASI STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG DI INDONESIA



Jalan lintas atas jalan lingkar Tasikmalaya



Terbatas hanya untuk bentang hingga 9m



Jalan lintas atas Sta. 3+152 Mrican-Kedung Mundu, Jangu-Kaligawe



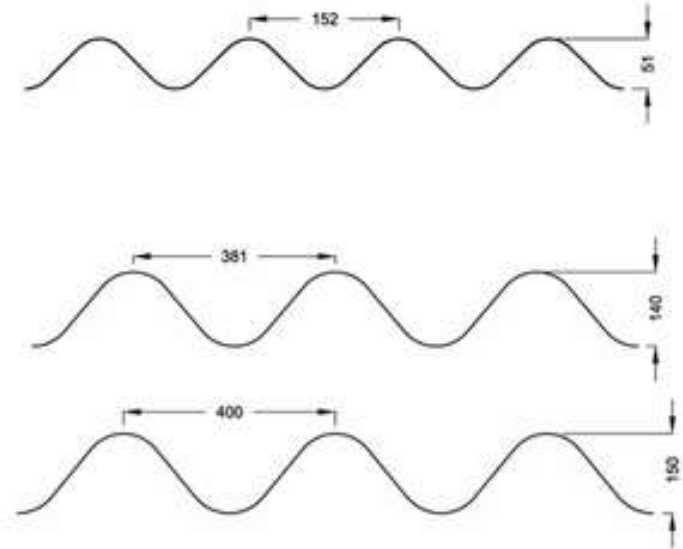
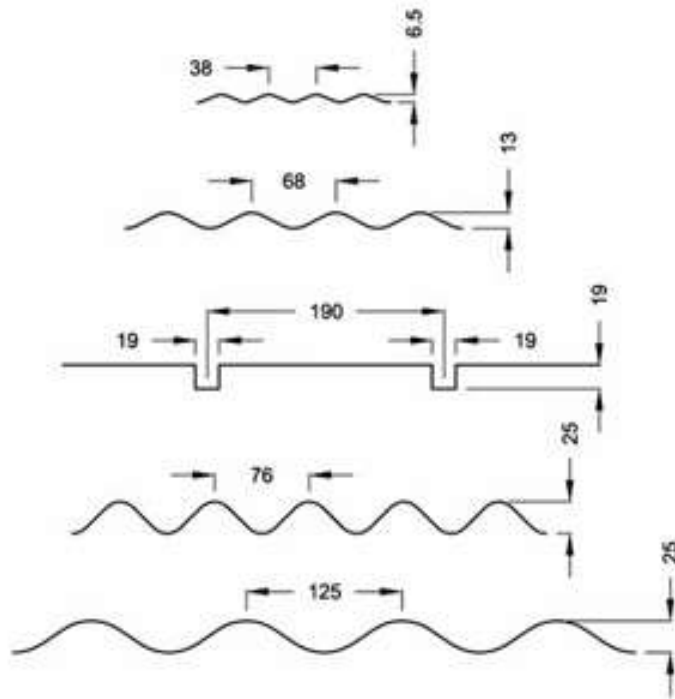
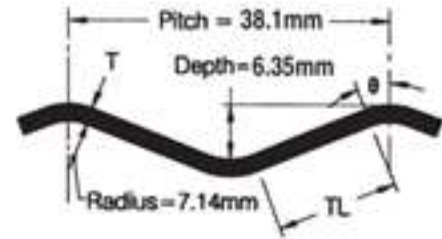
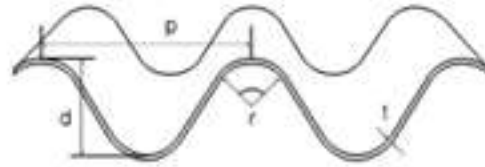
Jalan lintas bawah Sta. 3+660 Jatingaleh-Krapyak, Kejung Batu-Panjang dan Sta. 5+275



KARAKTERISTIK STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

TIPE STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

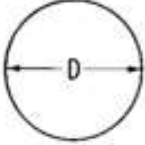
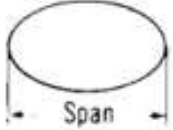
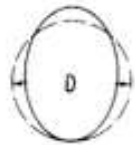

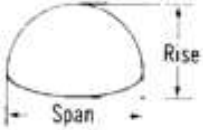
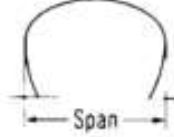
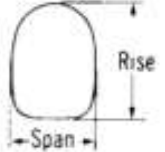
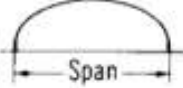
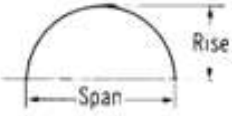
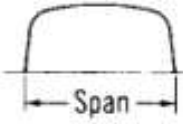
Profil CSS biasanya digambarkan oleh *pitch*, kedalaman (*depth*) & radius



Profil Gelombang Struktur Baja (AISI, 1984)

TIPE STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

Jenis-jenis Profil Struktur Baja Bergelombang (NCSPA, 2008)

Bentuk	Ilustrasi	Bentuk	Ilustrasi
Lingkaran		Horizontal elips	
Vertikal elips 5% nominal		Buah pir	
Pipa lengkung		Lengkung dengan profil tinggi	
<i>Underpass</i>		Lengkung dengan profil rendah	
Lengkung		Kotak gorong-gorong	

MEKANISME KEGAGALAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

KOROSI

Di atmosfer, korosi dapat diprediksi berdasarkan kelembaban relatif, tingkat polusi & suhu.

Di dalam tanah korosi tergantung pada variabel lokal, seperti kimia tanah dan kandungan air/kualitas tanah

Uji untuk korosivitas:

- > Kondisi pH
- > Resistivitas/tahanan
- > Pengukuran konsentrasi ion klorida & sulfat pada material timbunan

KEGAGALAN KEKUATAN

Kegagalan kompresi cincin:

- > tekanan kompresi dinding ijin terlampaui karena gaya tekan yang dihasilkan dari kombinasi beban desain

Kegagalan tekuk:

- > efek gabungan yang berlebihan dari gaya tekan kompresi & momen tekuk, yang mengakibatkan terbentuknya *plastic hinge*

Kegagalan sambungan (*connection*):

- > hal ini dapat terjadi pada sambungan baut memanjang

KEGAGALAN KONSTRUKSI

Tekanan tanah lateral yang tinggi yang bekerja pada CSS saat penimbunan bertahap yang mengarah pada pembentukan *plastic hinge* terutama pada bagian mahkota

Pada kondisi lapisan penutup tipis, efek beban kendaraan yang lebih besar dibandingkan dari tekanan pemadatan selama penimbunan

Tingkat Korosif	pH	Resistivitas (ohm-cm)
Kondisi normal	5,8 – 8	> 2000
Agak korosif	5,0 – 5,8	1500 - 2000
Korosif	< 5	< 1500

DURABILITAS STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

CSS sangat rentan terhadap korosi, lapisan tahan korosi harus diberi agar mempunyai durabilitas atau umur layan yang panjang.

Estimasi Umur Layan Material Struktur Baja Bergelombang/CMP

Material Pelapis	(NCSPA, 2008)		Tingkat Abrasi Maksimum dari FHWA
	Estimasi Umur Layan	Kondisi Lingkungan	
Galvanis	Rata-rata 50 tahun	$6 \leq \text{pH} \leq 10$ $2000 \leq r \leq 10000$ Kesadahan air (>50 ppm CaCO_3)	Level #2
Aluminized tipe 2 (ALT2)	Minimum 75 tahun	$5 \leq \text{pH} \leq 9$ $r > 1500$	Level #2
Pelapis polimer*	Minimum 100 tahun	$5 \leq \text{pH} \leq 9$ $r > 1500$	Level #3
	Minimum 75 tahun	$4 \leq \text{pH} \leq 9$ $r > 750$	
	Minimum 50 tahun	$3 \leq \text{pH} \leq 12$ $r > 250$	

r = resistivitas, unit = ohm-cm, pelapis polimer 0.010 pada setiap sisi

Formulasi Estimasi Umur Layan (Pyungsan SI, Ltd.)

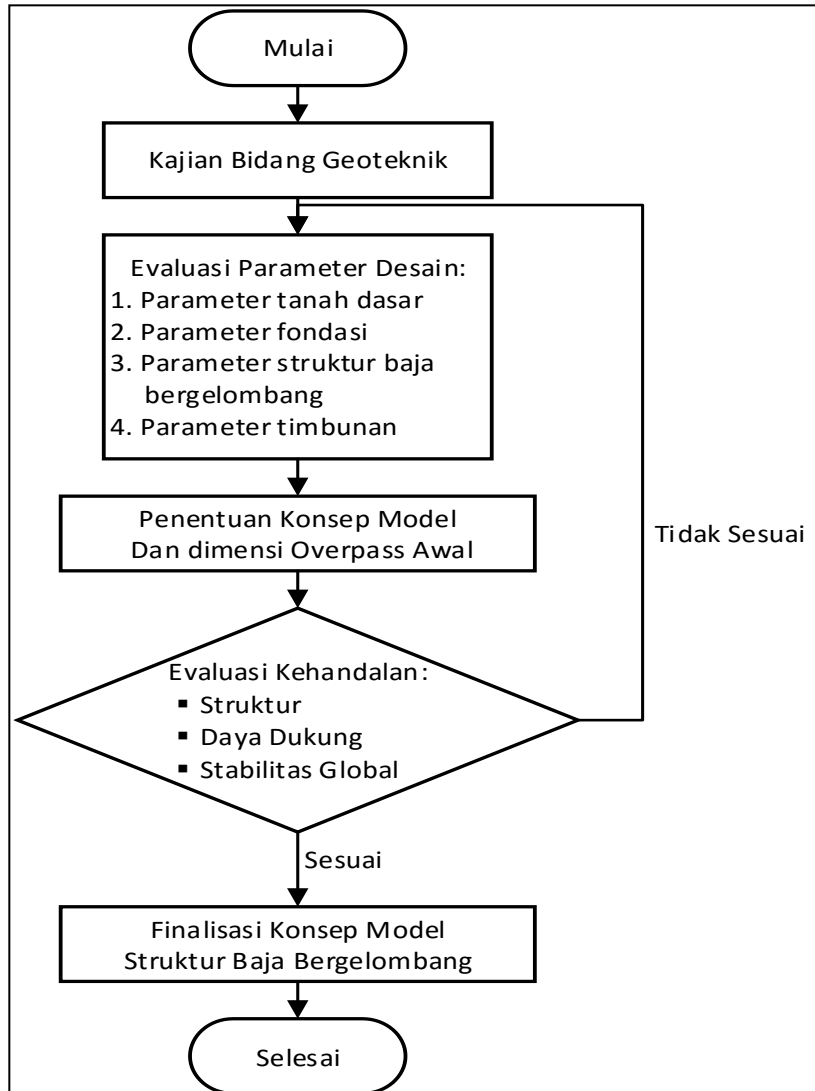
Klasifikasi	900 g/m ²		Formulasi untuk prediksi umur layan dari udara
	Laju korosi seng (g/m ² /tahun)	Umur Layan (tahun)	
Area pantai	12.3	65.8	Umur layan = $\frac{\text{tebal galvanis}}{\text{laju korosi seng}} \times 90\%$
Area pinggiran kota (suburban)	6.7	120.9	
Daerah perkotaan	15.9	50.9	

**PERENCANAAN TEKNOLOGI
CORRUGATED-MORTAR PUSJATAN**

PERSYARATAN DESAIN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG

Pertimbangan geoteknik

LANGKAH-LANGKAH DALAM MELAKUKAN KAJIAN GEOTEKNIK TERHADAP STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG



Persyaratan gempa

Kriteria desain seismik untuk struktur baja bergelombang adalah sama dengan kriteria untuk jembatan konvensional, yaitu dengan periode ulang 1000 tahun (7% dalam 75 tahun) mengacu pada RSNI 2833:201x. Komponen vertikal rasio percepatan gempa yang digunakan mengacu pada *Canadian Highway Bridge Design Code* (CHBDC, 2006)

Kerusakan pada struktur diakibatkan oleh deformasi berlebih tanah, tanah pada fondasi pada saat terjadi kejadian gempa harus pula dipertimbangkan pada perencanaan.



Kriteria Material Ringan Mortar Busa

Spesifikasi

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 46/SE/M/2015

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

**Spesifikasi material ringan mortar busa
untuk konstruksi jalan**



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Pedoman

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR: 44/SE/M/2015

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Perancangan campuran material ringan mortar-busa
untuk konstruksi jalan



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 42/SE/M/2015

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Perencanaan teknis timbunan material ringan
mortar-busa untuk konstruksi jalan



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

LAMPIRAN
SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 41/SE/M/2015

PEDOMAN

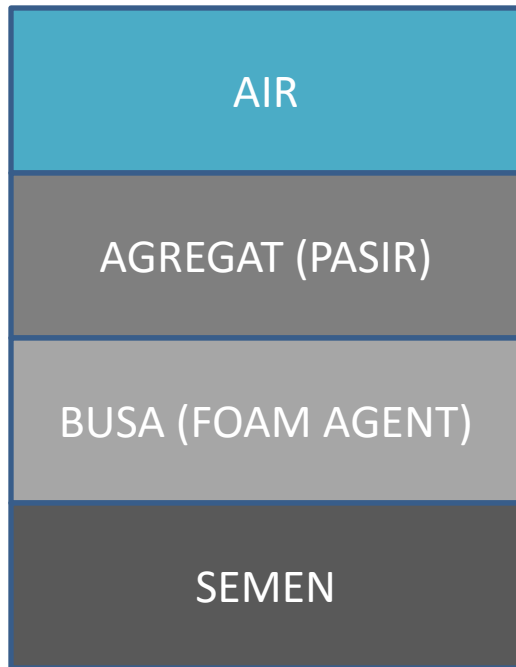
Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa
untuk konstruksi jalan



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Material Ringan Mortar-Busa

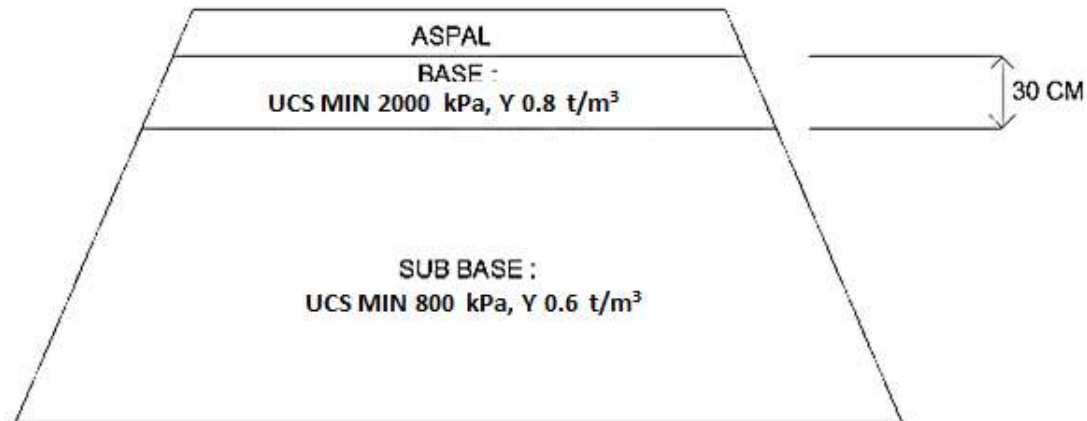


"foamed embankment mortar" atau 'high grade soil' dengan keunggulan dan kegunaan :

- Beratnya ringan dan kekuatan cukup tinggi untuk *subgrade* dan fondasi perkerasan jalan
- Berat isi dan kuat tekan tanah campuran dapat direncanakan sesuai keinginan sehingga dapat mengurangi tekanan lateral tanah pada suatu struktur bangunan abutment fondasi jembatan atau mengurangi berat timbunan.
- Tahan terhadap perubahan karakteristik propertis akibat proses kimiawi maupun fisik dan memiliki daya dukung kekuatan selama masa konstruksi pelaksanaannya serta memiliki daya dukung kekuatan yang cukup memadai sebagai pondasi perkerasan jalan.



KRITERIA MATERIAL RINGAN MORTAR-BUSA



- Mempunyai berat yang ringan sehingga nilai densitas (*density*) dari material campuran atau mortar tersebut mempunyai berat isi 5-12 kN/m³.
- Mempunyai nilai *flow* (*flowability*), yang diindikasikan untuk memudahkan pelaksanaan dilapangan, nilai *flow* berkisar 180±20 mm.
- Mempunyai kemudahan pelaksanaan, dapat memadat sendiri karena berperilaku seperti mortar beton dimana material campuran tersebut mengeras sesuai dengan waktu pemeraman (*curing*) yang ditetapkan.
- Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sesuai untuk jenis konstruksi penggunaannya, misalnya kuat tekannya dalam umur 14 hari mencapai 1000 kN.



Kriteria Material Ringan Mortar-Busa

Kuat Tekan Minimum (Umur 14 Hari) Material Ringan Lapis Fondasi atau Base (Kemen. PU, 2011)

Densitas kering maksimum (gr/cm ³)	Kuat tekan minimum	
	kPa	kg/cm ²
0,8	2000	20

Kuat Tekan Minimum (Umur 14 Hari) Material Ringan Lapis Fondasi-Bawah atau Subbase (Kemen. PU, 2011)

Densitas kering maksimum (gr/cm ³)	Kuat tekan minimum	
	kPa	kg/cm ²
0,6	800	8

PENGUJIAN



flow (flowability) flow berkisar 180 ± 20

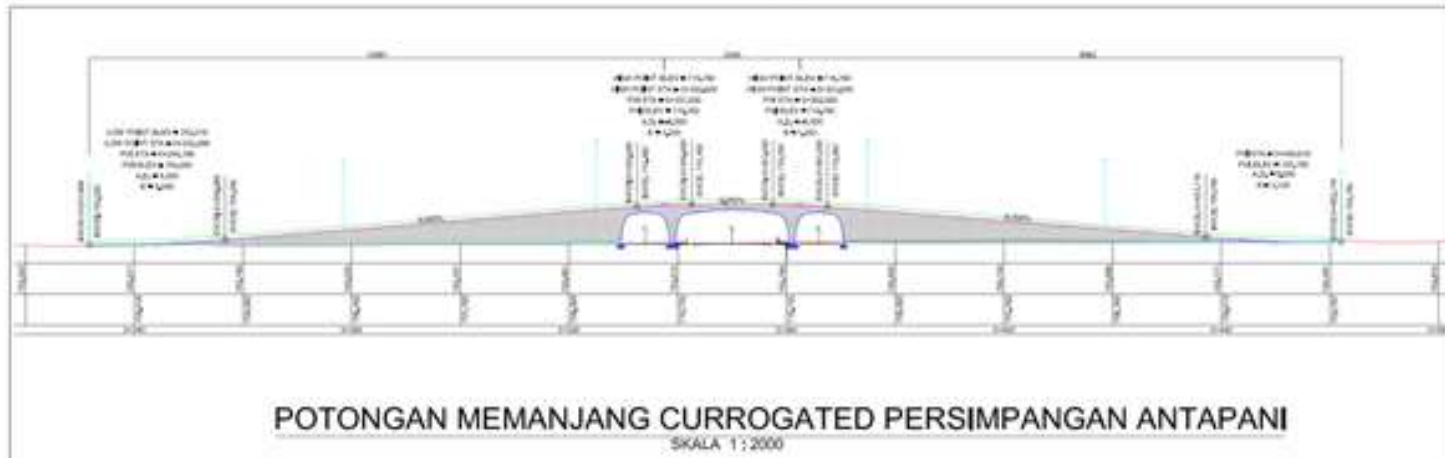
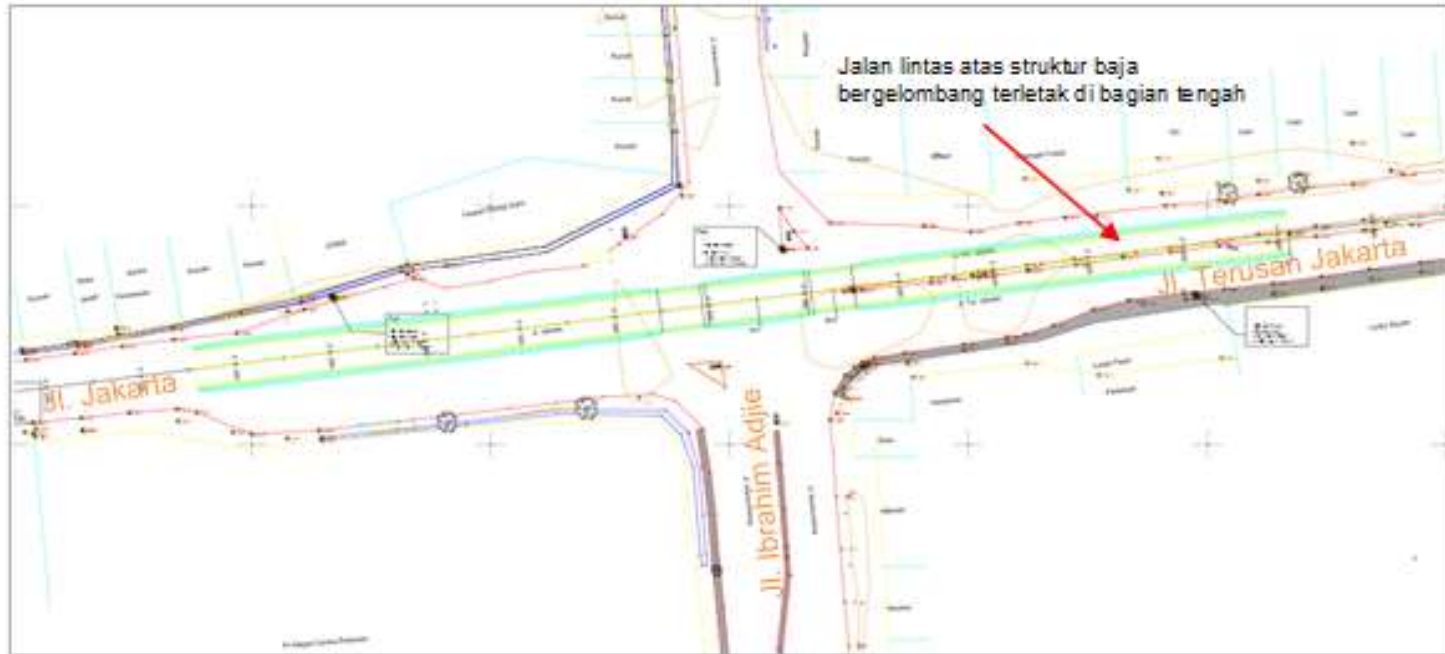


Foam (busa)



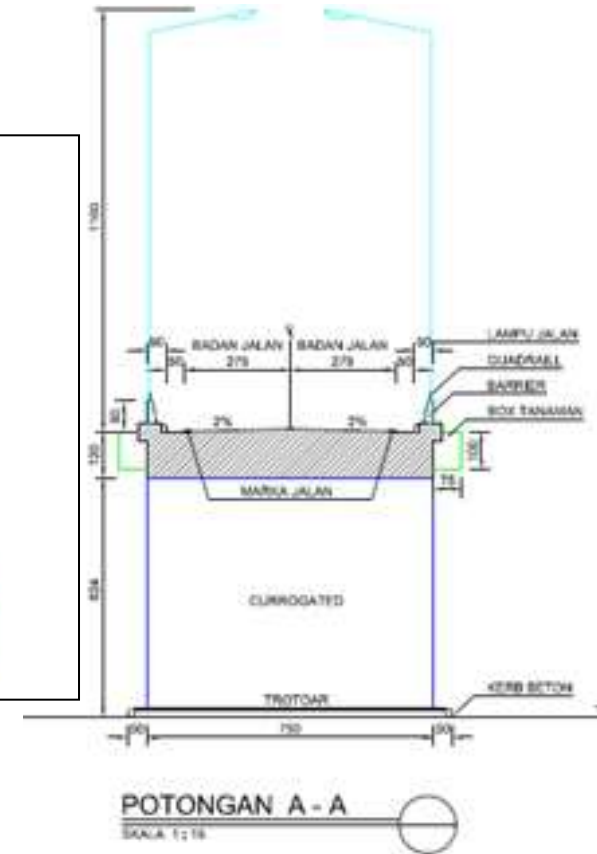
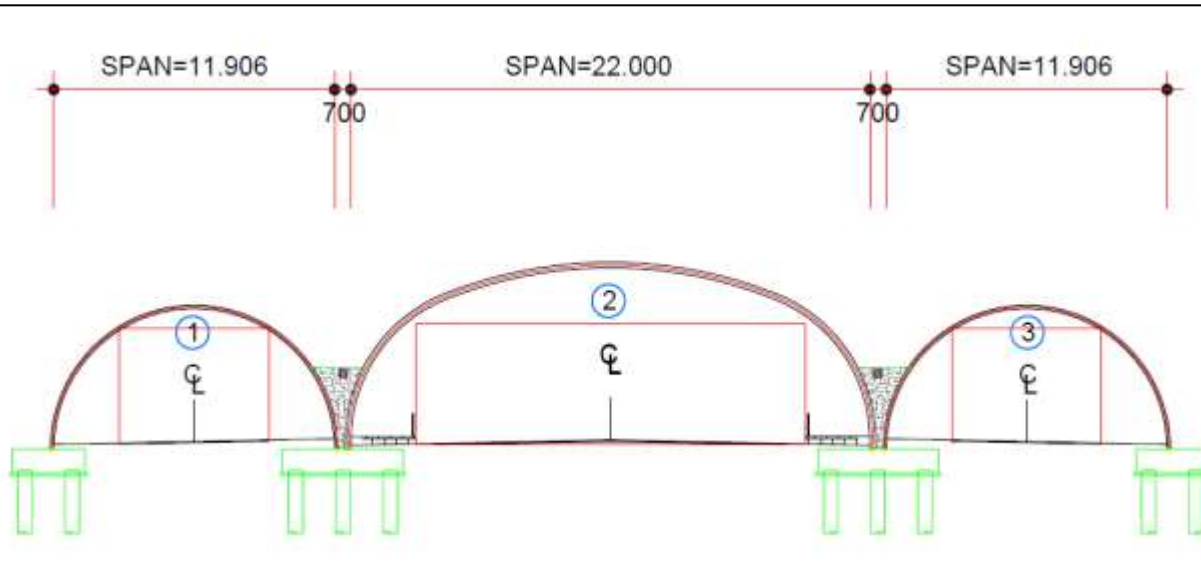
**PENGUJIAN UJI TEKAB BEBAS MINUMUN
(UCS)**

CONTOH APLIKASI CMP PADA LINTAS ATAS/FLY OVER PERSIMPANGAN JL.JAKARTA – JL. IBRAHIM ADJIE (ANTAPANI), BANDUNG



Peta Situasi dan Gambaran Alinyemen Vertikal dan Horizontal
Lintas Atas

CONTOH APLIKASI CMP PADA LINTAS ATAS/FLY OVER PERSIMPANGAN JL.JAKARTA – JL. IBRAHIM ADJIE (ANTAPANI), BANDUNG

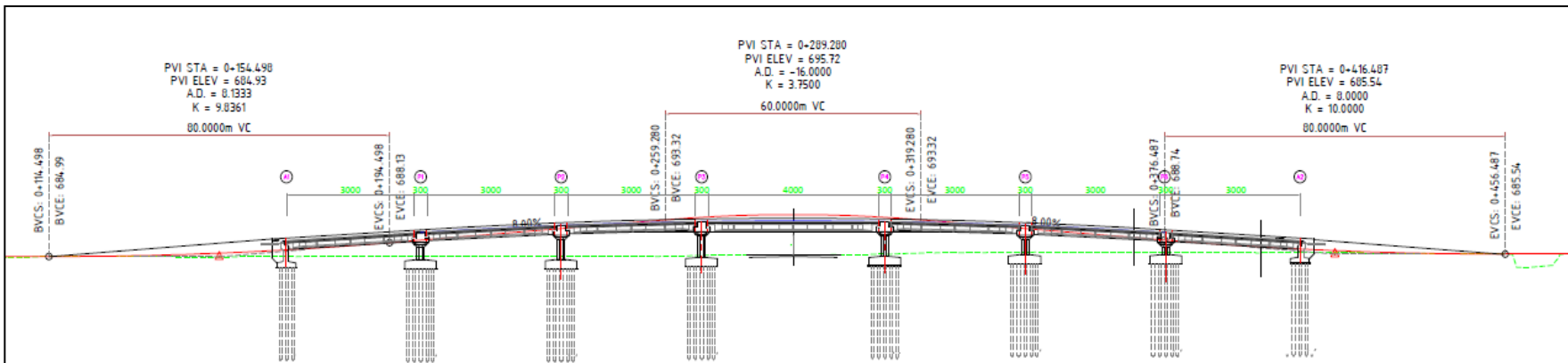
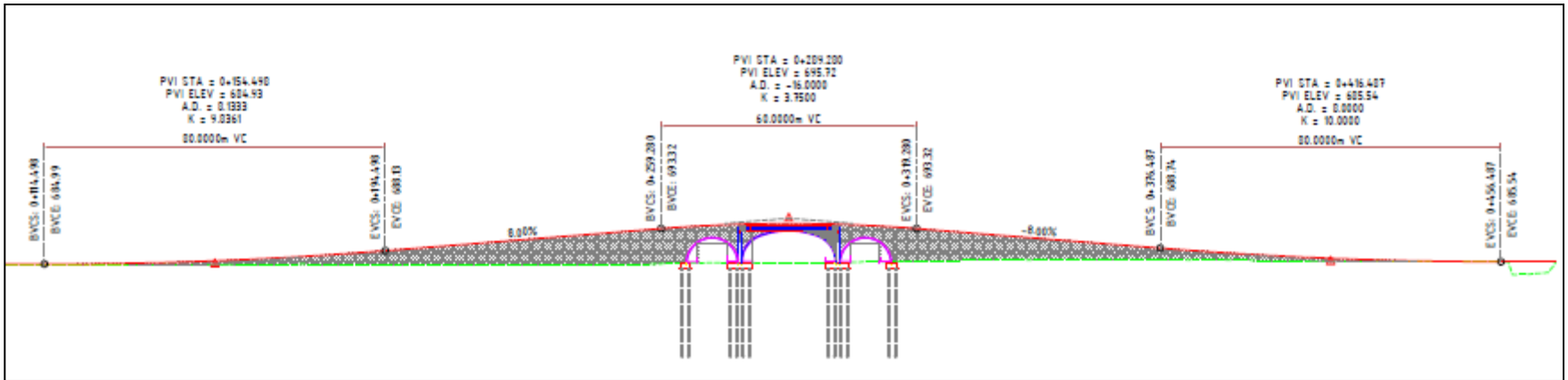


Bentuk Tipikal Struktur Baja Bergelombang Bentang Besar, \varnothing 22 m
Dan

Bentuk Tipikal Struktur Baja Bergelombang Bentang \varnothing 11.9 m

Tipikal Profil Melintang Lintas Atas

Perbandingan CMP vs Jembatan PCI Girder



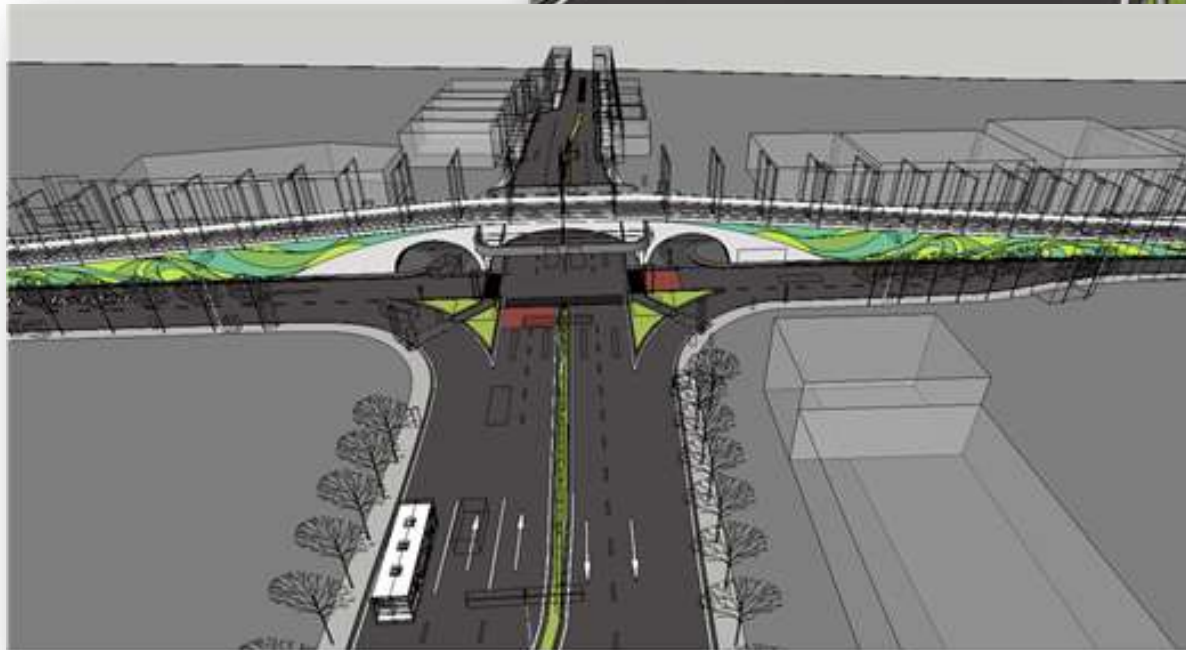
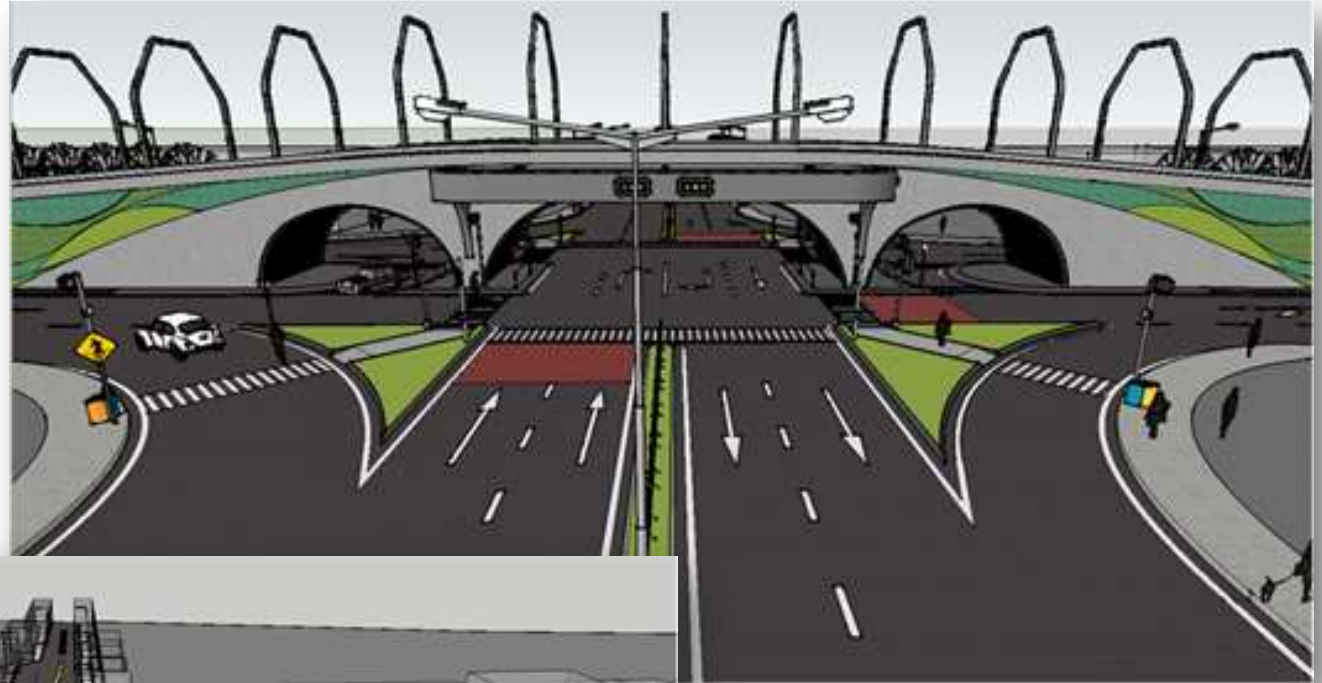
Penghematan bisa mencapai 40.5 %

Perbandingan CMP vs Jembatan PCI Girder

Perbandingan Item Pekerjaan Teknologi CMP dan PCI Girder

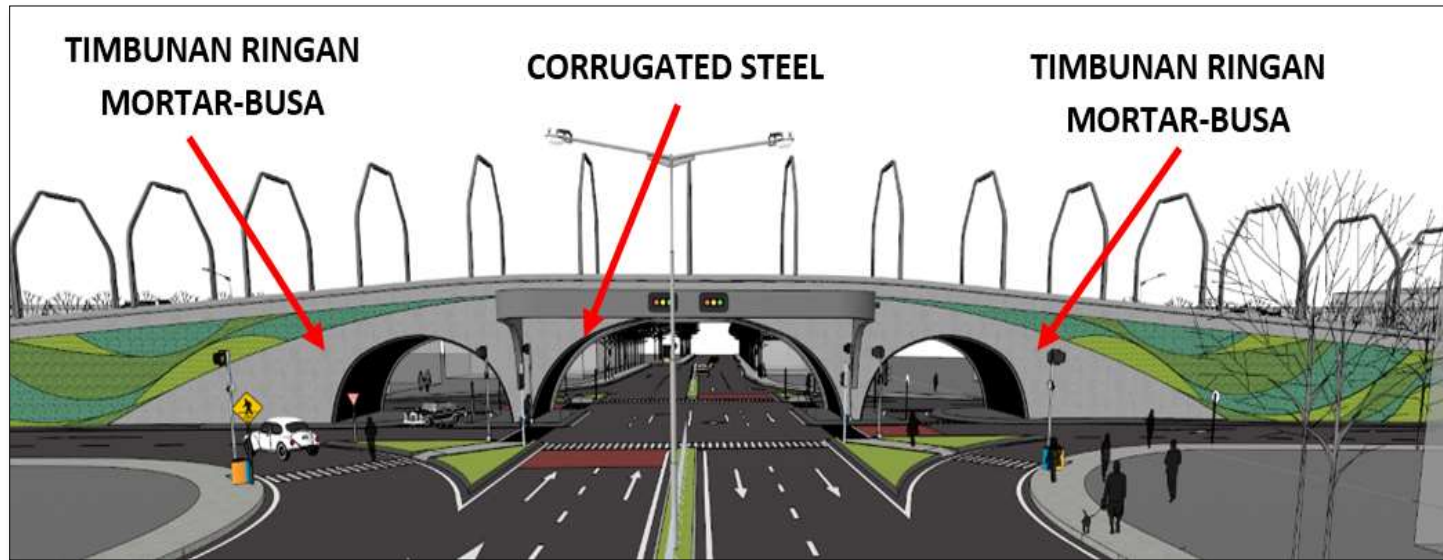
CMP	PCI Girder	Keterangan
<p>Divisi Pekerjaan Tanah :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada pekerjaan Timbunan Tanah 	<p>Divisi Pekerjaan Tanah :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ada Pekerjaan Timbunan tanah untuk oprit jembatan pada Abutment 	
<p>Divisi Struktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan Struktur Baja bergelombang+ Pemasangan • Menggunakan Timbunan ringan sebagai Oprit Jembatan • Tidak ada Abutment • Fondasi • Tidak ada Ekspansion Joint • Tidak ada Perletakan elastomerik • Baja Tulangan U-39 ulir • Tidak ada Beton Diafragma • Tidak ada deck slab 	<p>Divisi Struktur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • PCI Girder +Pemasangan • Menggunakan Pilar-Pilar jembatan • Abutment • Fondasi • Ekspansion Joint • Perletakan elastomerik • Baja Tulangan U-39 ulir • Beton Diafragma • struktur deck slab beton 	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah struktur Fondasi yang di butuhkan mangunakan teknologi CMP lebih sedikit • Baja tulangan Ulir yang di butuhkan lebih sedikit pada teknologi CMP

CONTOH APLIKASI CSS PADA LINTAS ATAS/FLY OVER PERSIMPANGAN JL.JAKARTA – JL. IBRAHIM ADJIE (ANTAPANI), BANDUNG



LANSEKAP 3D

Fly Over Antapani, Bandung 2016

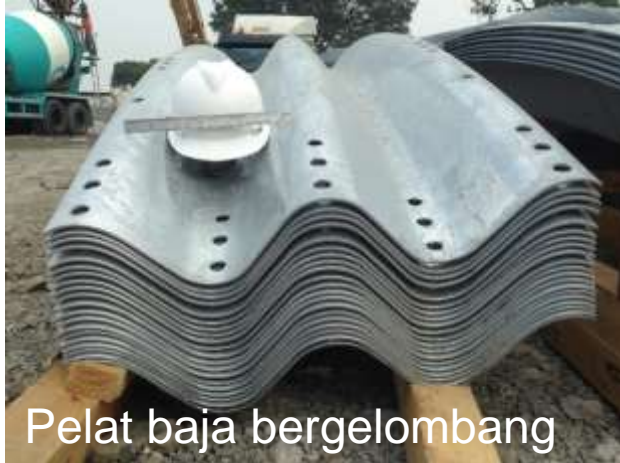




Pekerjaan pondasi dan pemasangan Corrugated steel



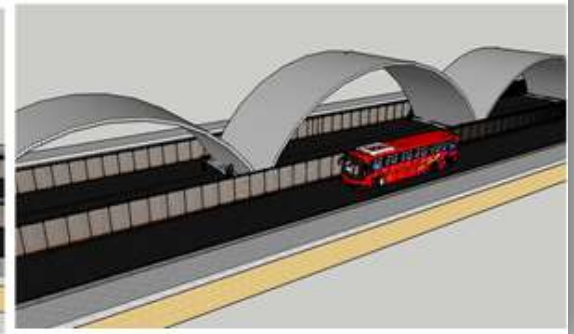
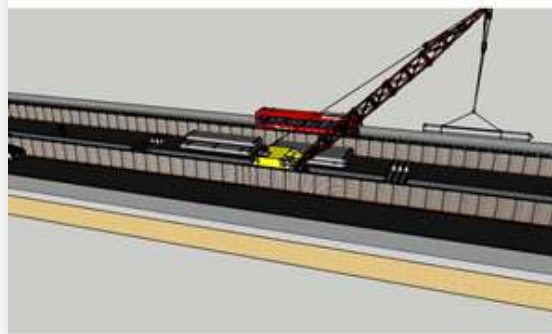
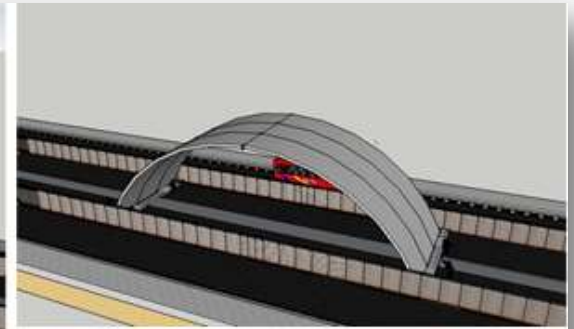
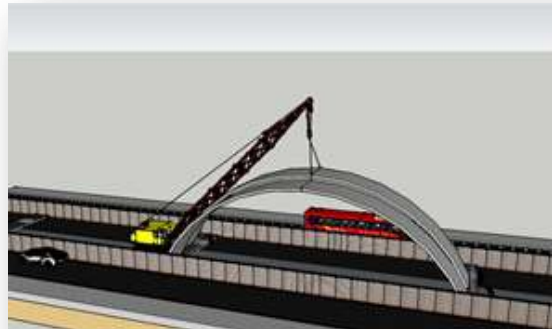
PEKERJAAN PEMASANGAN STRUKTUR BAJA BERGELOMBANG



Pelat baja bergelombang



Dudukan pelat baja



Tahapan Pemasangan Struktur Baja Bergelombang



Peresmian Overpass Antapani



DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
OVERPASS ANTAPANI
DIRESMIKAN OLEH
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
M. Jusuf Kalla
M. JUSUF KALLA
BANDUNG, 24 JANUARI 2017



24 Januari 2017

**SEKIAN
dan
TERIMA KASIH**