




**SISTEM BETON PRACETAK UNTUK
JALAN – SUATU ALTERNATIF
TEKNOLOGI PARIPURNA UNTUK
JALAN PERKOTAAN**



**DR.Ir. Hari Nugraha Nurjaman, MT
UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA**

Ir. Lutfi Faisal

**SEMINAR NASIONAL
SISTEM TRANSPORTASI DI PERKOTAAN DAN PENGEMBANGANNYA**

**UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I
JAKARTA 17 JUNI 2014**

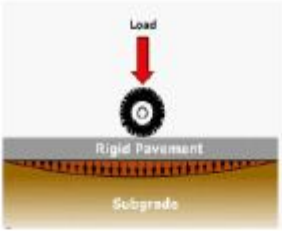



DAFTAR ISI

- PENDAHULUAN
- PRECAST PAVEMENT, KONVENSIONAL DAN ASPAL
- REFERENSI PRECAST PAVEMENT
- PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA
- PERBANDINGAN EKONOMIS : LIFE CYCLE COST ANALYSIS
- PENUTUP

PENDAHULUAN

- Infrastruktur jalan adalah salah satu komponen pendukung utama perekonomian negara
- Saat ini kondisi kualitas jalan yang ada jauh dari optimal, termasuk di perkotaan
- Sistem beton pracetak adalah sistem yang memberikan kualitas yang baik, waktu yang cepat dan ekonomis
- Sistem beton pracetak telah juga diterapkan untuk konstruksi jalan, dengan berbagai detail, metoda, dan performa aktual
- Sistem beton pracetak diusulkan untuk menjadi alternatif teknologi infrastuktur jalan perkotaan

PERBEDAAN PERKERASAN KAKU vs PERKERASAN LENTUR

NO	PERBEDAAN	PERKERASAN KAKU	PERKERASAN LENTUR
1.	Distribusi tegangan	Merata.  A diagram showing a circular load on a rigid pavement surface. The load is represented by a red arrow pointing down to a black circle. Below the pavement, a horizontal line indicates that the stress is distributed evenly across the width of the pavement. Labels include 'Load', 'Rigid Pavement', and 'Subgrade'.	Terpusat.  A diagram showing a circular load on a flexible pavement surface. The load is represented by a red arrow pointing down to a black circle. Below the pavement, a triangular shape indicates that the stress is concentrated directly under the load. Labels include 'Load', 'Flexible Pavement', 'Base', and 'Subgrade'.
2.	Susunan perkerasan	Dua lapis yaitu : lapis beton dan lapis pondasi.  A cross-section diagram of rigid pavement. It shows a top layer labeled 'Rigid pavement' (concrete) and a bottom layer labeled 'subgrade' (soil).  A cross-section diagram of flexible pavement. It shows three layers: a top layer labeled 'Flexible pavement' (asphalt), a middle layer labeled 'base course', and a bottom layer labeled 'Subbase course'.	Tiga lapis yaitu : lapis aspal, lapis pondasi atas, dan lapis pondasi bawah.
3.	Tebal <i>sub base</i>	Relatif lebih tipis.	Relatif lebih tebal.
4.	Kekuatan	Lebih ditentukan oleh tebal dan kualitas beton itu sendiri.	Ditentukan lapisan pondasi di bawah (maka pondasi lebih tebal).
5.	Perawatan	Lebih awet, direncanakan 20- 40 tahun.	Perawatan berkala 3- 5 tahun.
6.	Daya tahan beban	Untuk menahan beban lalu lintas berat.	Untuk menahan beban lalu lintas ringan dan sedang.
7.	Metode pengerjaan	Per segmen (dengan bekisting).	Langsung dihamparkan.
8.	Biaya perawatan	Biasanya hanya pada sambungan (biaya relatif kecil).	Mahal (mencapai dua kali lebih mahal dari perkerasan kaku).

TIPE RIGID PAVEMENT

PANEL BETON TANPA TULANGAN
(Unreinforced Concrete)

PANEL BETON DENGAN TULANGAN & SAMBUNGAN
(Jointed reinforced Concrete)

PANEL BETON MENERUS & TULANGAN
(Continue reinforced Concrete)

Panjang

4 m s/d 5 m

8 M s/d 15 mm

Tebal

150 mm s/d 500 mm

200 mm s/d 300 mm

Susut Muai

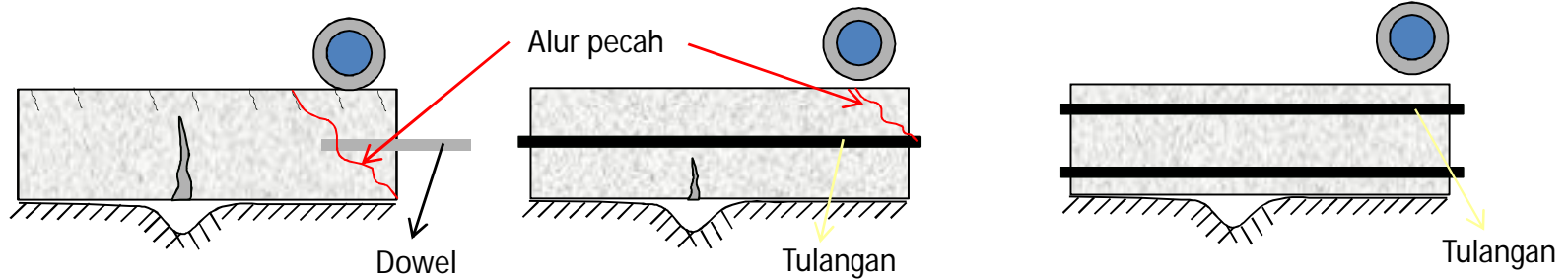
Segmental dengan siar dilatasi

Tulangan berfungsi menahan susut muai

Tegangan

Sisi luar Segmen mengalami tegangan yang lebih besar, sehingga dipasang dowel

Tersebar secara merata pada semua bagian segment



Metode Konstruksi

Di cor di tempat

Di cor di tempat

Di cor di tempat atau prefabrikasi/Pracetak

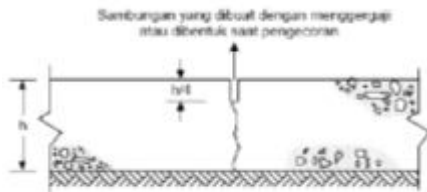
Tulangan diperhitungkan saat transportasi dan pengangkatan, sehingga tidak rusak

PANEL BETON TANPA
TULANGAN
(Unreinforced Concrete)

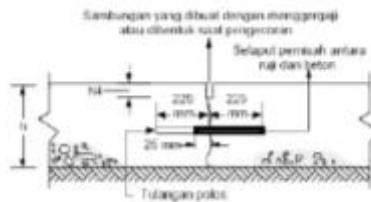
PANEL BETON DENGAN
TULANGAN & SAMBUNGAN
(Jointed reinforced Concrete)

PANEL BETON MENERUS &
TULANGAN
(Continue reinforced Concrete)

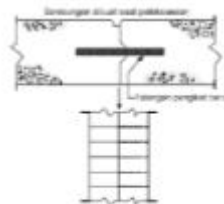
Sambungan



Gambar 4.2. Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji



Gambar 4.3. Sambungan Susut Melintang dengan Ruji
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton. (2003)



Gambar 4.1. Potongan Menanjang Sambungan dengan Batang Pengikat (Tie Bars)
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (2005)

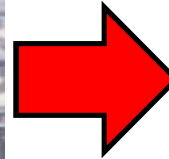
- SAMBUNGAN DIRANCANG SAMA ATAU LEBIH BESAR KEKUATANNYA DENGAN TULANGAN UTAMA
- SAMBUNGAN LEMAH ATAU SAMBUNGAN KUAT

FLEXIBLE PAVEMENT DIBAYANGI MASALAH SUPPLY ASPAL JAUH DIBAWAH KEBUTUHAN --- BISA TIDAK TERPENUHI ATAU 'TERPAKSA' DOWN SPEC

SUPPLY - DEMAND ASPAL NASIONAL 2013

a. Kapasitas (Supply)	→ 890.000 T
1) Pasokan PT. Pertamina	= 650.000 T
2) Impor Lainnya (Shell, Exxon, dll)	= 200.000 T
3) Asbuton (target 59.000 MT)	= 40.000 T
b. Kebutuhan (Demand)	→ 1.356.000 T
1) Jalan N, P, dan K	= 1.005.000 T
2) Jalan Non PU	= 186.000 T
3) Non Konstruksi	= 164.000 T
c. Kekurangan (minimum)	→ 466.000 T
d. Ketersediaan Asmin di Dunia (Iran dan Singapura)	→ 1.200.000 T
e. Peluang Asbuton (Cadangan)	= 670 Juta T

Integrasi Smelting dengan Pengolahan asbuton Semi Ekstraksi



Salah satu persoalan membangun smelter adalah masalah limbah

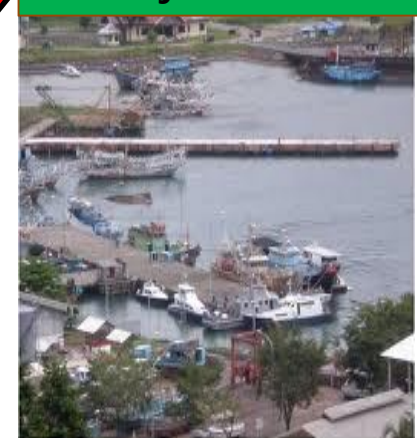
Untuk pengembangan usaha perikanan Dapat mendinginkan sampai dibawah temperatur -40°C sehingga ikan tetap segar



PROSES ASBUTON SEMI EKSTRAK



Dry Ice CO2



ASPAL BUTON B -50



GIPSUM (CaSO4)



Alternatif : Asbuton, bahan berlimpah tapi pengolahan dalam negeri masih mahal

SUMBER : HASIL KAJIAN SUPPLY – DEMAND MATERIAL DAN PERALATAN KONSTRUKSI NASIONAL- PUBIN SDI Kemen PU 2014

Tantangan

- Backlog infrastruktur jalan masih tinggi → Kebutuhan aspal nasional terus meningkat
- Defisit Aspal Nasional yang besar VS Penggunaan Asbuton nasional masih rendah → kurang dari 1% terhadap kebutuhan aspal nasional
- Impor bahan baku Asbuton oleh China: 600 ribu ton/thn → ditargetkan 6 jt ton/thn!!!
- Beralihnya industri pengolahan Asbuton rubber ke negara lain (potensi rubber bekas di Dubai)
- Penerapan teknologi pengolahan aspal alam

**DI SISI LAIN, PARA PRODUSEN SEMEN KOMIT UNTUK MEMPERBESAR
KAPASITAS --- RIGID PAVEMENT JAUH MEMPUNYAI PROSPEK UNTUK
MEMBUAT JALAN YANG BERKUALITAS**

Nama Perusahaan	2012	2013	2014	2015	2016
Lafarge	1,600	1,600	1,600	3,200	3,200
Semen Padang	6,300	6,300	7,200	7,200	9,250
Semen Baturaja	1,250	2,000	2,000	2,000	3,850
Indocement	18,600	18,600	20,500	22,500	24,500
Holcim	8,700	8,700	10,400	10,400	12,100
Semen Gresik	11,300	11,300	12,800	12,800	15,800
Semen Tonasa	6,550	6,700	6,700	7,300	7,300
Bosowa	3,000	5,400	5,400	6,500	6,500
Semen Kupang	570	396	396	396	396
Sub Total	57,870	60,996	66,996	72,296	82,896
Investor Baru					
Jui Shin			1,500	1,500	1,500
Anhui Conch				1,700	1,700
Siam Cement					1,700
Semindo Gemilang				2,500	2,500
Panasia					1,650
Ultra Tech					1,650
Sub Total			1,500	5,700	10,700
Grand Total	57,870	60,996	68,496	77,996	93,596
Konsumsi Domestik	54,969	58,023	61,500	65,200	69,100

Sumber :
ASOSIASI SEMEN
INDONESIA
Perkembangan Industri
Semen
Sekarang & Masa
Mendatang (April 2014)

Rencana Pengembangan Kapasitas s/d Tahun 2016

PRECAST PAVEMENT, KONVENSIIONAL DAN ASPAL

Fungsi Tulangan :

- Membatasi lebar retak dan mempunyai kekuatan memikul beban kerja
- Segmental berdimensi lebih panjang, sehingga alat sambung lebih sedikit dan meningkatkan kenyamanan
- Mengatasi susut muai karena suhu
- Biaya pemeliharaan relatif lebih murah

Fungsi Sambungan :

- Mengendalikan kekuatan dan retak akibat susut muai dan beban lalu lintas
- Mempercepat dan mempermudah pelaksanaan
- Mengakomodasi deformasi akibat beban dinamis kendaraan

PRECAST PAVEMENT, KONVENSIONAL DAN ASPAL

Panel reinforcement

A double mat of epoxy-coated reinforcement is typically used for precast concrete panels to mitigate cracking due to lifting and transport. The amount of reinforcement is typically at least about 0.20% of the panel cross-sectional area in both directions, depending on the panel dimensions. The reinforcement is not necessary for pavement performance unless the panels are designed as reinforced concrete pavements. Some agencies require heavier reinforcement if the installed panels are subjected to traffic before panel sub-sealing is completed. An advantage of panel reinforcement is that if the panels develop cracking over the long term due to traffic loading, the cracks can be expected to remain tight without affecting pavement serviceability.

Sumber : Precast concrete pavements:Technology overview and technical considerations
(Tayabji, PCI Journal, Winter 2013)

PRECAST PAVEMENT, KONVENSIONAL DAN ASPAL



Ada retakan melintang di batas pengecoran



Perkerasan kaku di Indonesia umumnya tanpa tulangan ---tidak durabel. Jika rusak perbaikan perkerasan kaku jauh lebih sulit, lama, dan mahal

REFERENSI PRECAST PAVEMENT

- PCI Amerika
 - Pelat satu arah prestress
 - Pelat dua arah prestress
 - Bagian dasar dibuat rata
- Jepang
 - Pelat satu arah r/c, satu arah lain r/c
 - Dasar tidak harus rata, elevasi pelat di stel, celag antar pelat pracetak dan sub grade di grout
- Pada kedua referensi harus ada tulangan susut.

KWIK SLAB SYSTEM (Honolulu Hawaii)



Figure 1-2: Kwik Joint coupler male component



KWIK SLAB SYSTEM (Honolulu Hawaii)

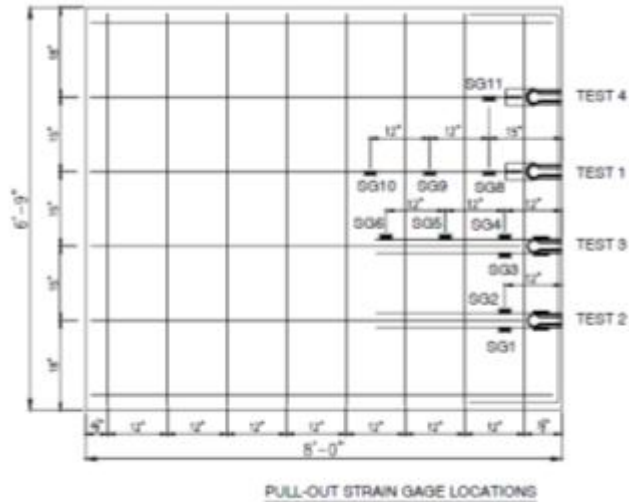


Figure 2-8: Kwik Joint pull-out test panel prior to concrete placement



Figure 3-2: Pull-out test setup for Test 1



KWIK SLAB SYSTEM (Honolulu Hawaii)



Figure 3-5: Flexure test in load frame

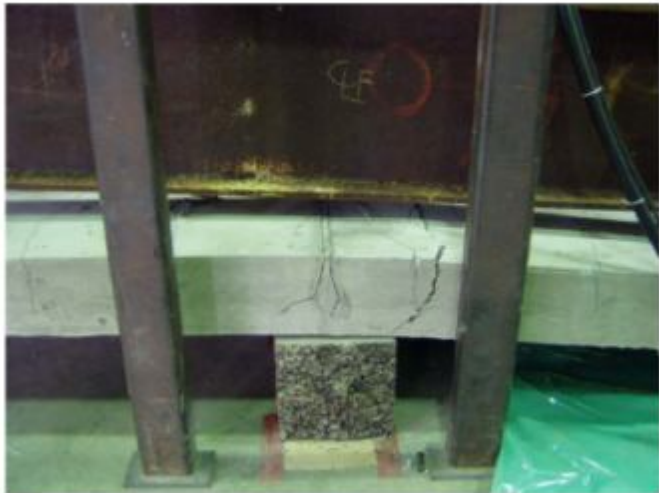
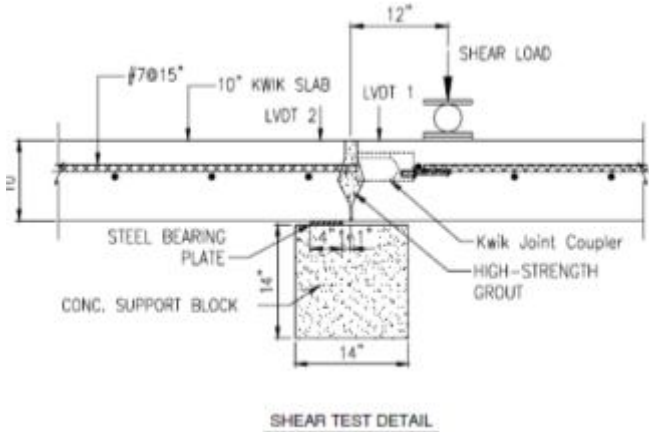
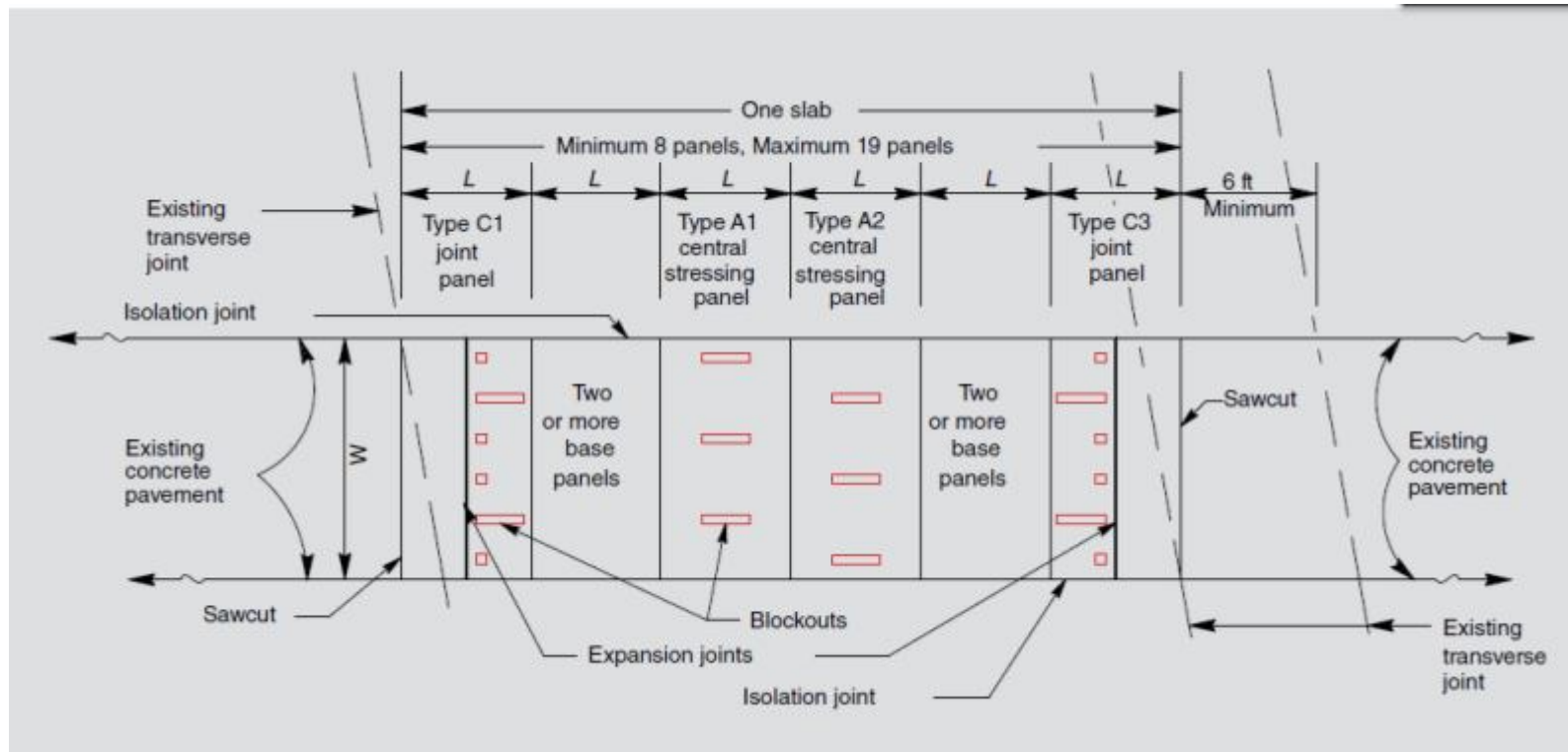


Figure 4-16: Flexural failure due to failure of all four #7 anchorage bars



Figure 4.22 Condition of Kwik Joint at Flexural Test Specimen

Two Way SLAB SYSTEM



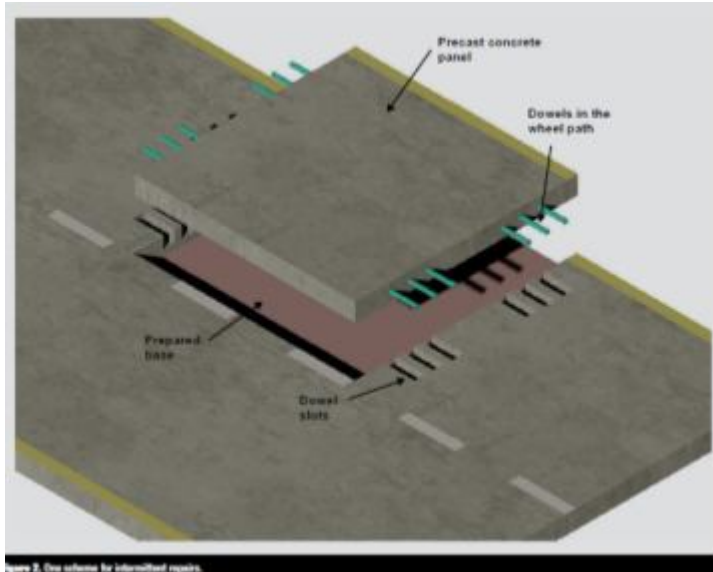
Sumber : Engineering a better road: Use of two-way prestressed,precast concrete pavement for rapid rehabilitation. (Mishra,PCI Journal, Winter 2013)

Two Way SLAB SYSTEM



Sumber : Engineering a better road: Use of two-way prestressed,precast concrete pavement for rapid rehabilitation. (Mishra,PCI Journal, Winter 2013)

PERSIAPAN YANG BAIK UNTUK DASAR



Sumber : Engineering a better road: Use of two-way prestressed, precast concrete pavement for rapid rehabilitation. (Mishra, PCI Journal, Winter 2013)



Figure 6. Placing and grading lean concrete base.

PRECAST PAVEMENT DI JEPANG

- Umumnya menggunakan sistem prategang satu arah, yang berfungsi sebagai perkuatan dan penyambungan.
- Pada arah orthogonal diperkuat dengan tulangan biasa.
- Menggunakan grouting untuk mengisi celah antara subbase dan lapisan perkerasan agar bisa diperoleh kepastian tidak adanya rongga.

PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA

- Ada beberapa detail yang dikembangkan oleh beberapa inventor, namun ada dua kasus penerapan pada jalan umum yang signifikan
 - Jalan Raya Cakung-Cilincing Jakarta
 - Beton K 500
 - Pretension di arah panjang
 - Posttension di arah pendek
 - Disambung dengan dowel di arah panjang
 - Disambung arah pendek dengan post tension.
 - Relatif tahan lama (sudah 7 tahun) jika terletak di tanah yang cukup bagus

PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA

KONDISI JALAN PRECAST SURVEY 4 APRIL 2013



Terlihat komponen precast prestressed ketebalan 25 cm K500. Mutu perkerasan masih cukup baik

Sisi Arah Cakung ke Cilincing



PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA

KONDISI JALAN PRECAST SURVEY 4 APRIL 2013



Sisi Arah Cakung ke Cilincing



PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA

KONDISI JALAN PRECAST SURVEY 4 APRIL 2013



Bekas sambungan paskatarik yang
groutingnya terekspose



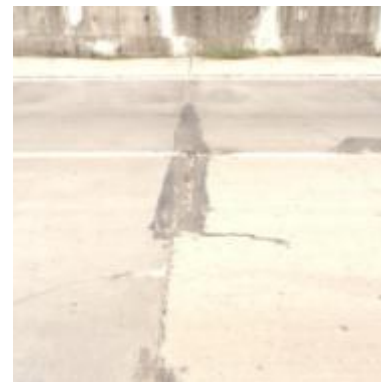
PRECAST PAVEMENT DI INDONESIA

- Ada beberapa detail yang dikembangkan oleh beberapa inventor, namun ada dua kasus penerapan pada jalan umum yang signifikan
 - Jalan Tol Kanci Pejagan sepanjang 30 km
 - Mengikuti pola PCI untuk post tension satu arah
 - Tanpa tulangan susut (melanggar aturan)
 - Mengalami banyak kerusakan yang mengganggu kinerja
 - Sambungan kurang baik
 - Retak di arah yang tidak ada tulangan susut
 - Pada tempat angkur, banyak yang terekspose
 - Mutu beton kurang baik
 - Ada tanah yang turun
 - Perbaikan sulit dan tidak sempurna

- Jalan Tol Kanci Pejagan sepanjang 30 km
 - Mengikuti pola PCI untuk post tension satu arah
 - Tanpa tulangan susut (melanggar aturan)
 - Mengalami banyak kerusakan yang mengganggu kinerja



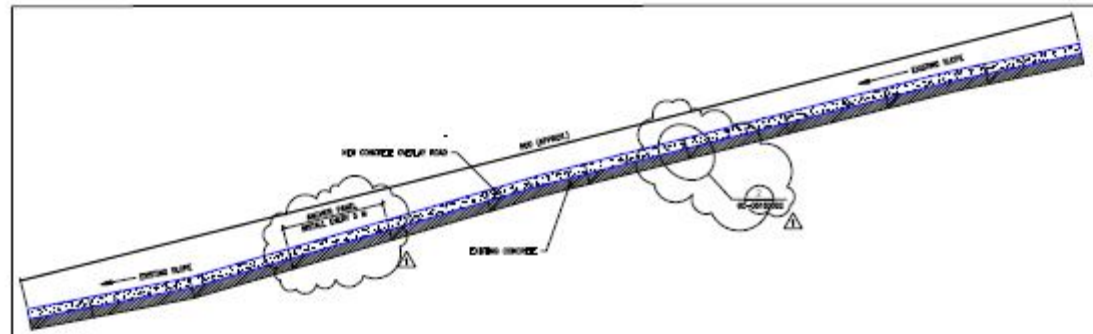
- Sambungan kurang baik
- Retak di arah yang tidak ada tulangan susut
- Pada tempat angkur, banyak yang terekspose
- Mutu beton kurang baik
- Ada tanah yang turun



- Perbaikan sulit dan tidak sempurna

DESAIN PRECAST PAVEMENT DI PT FREEPORT INDONESIA

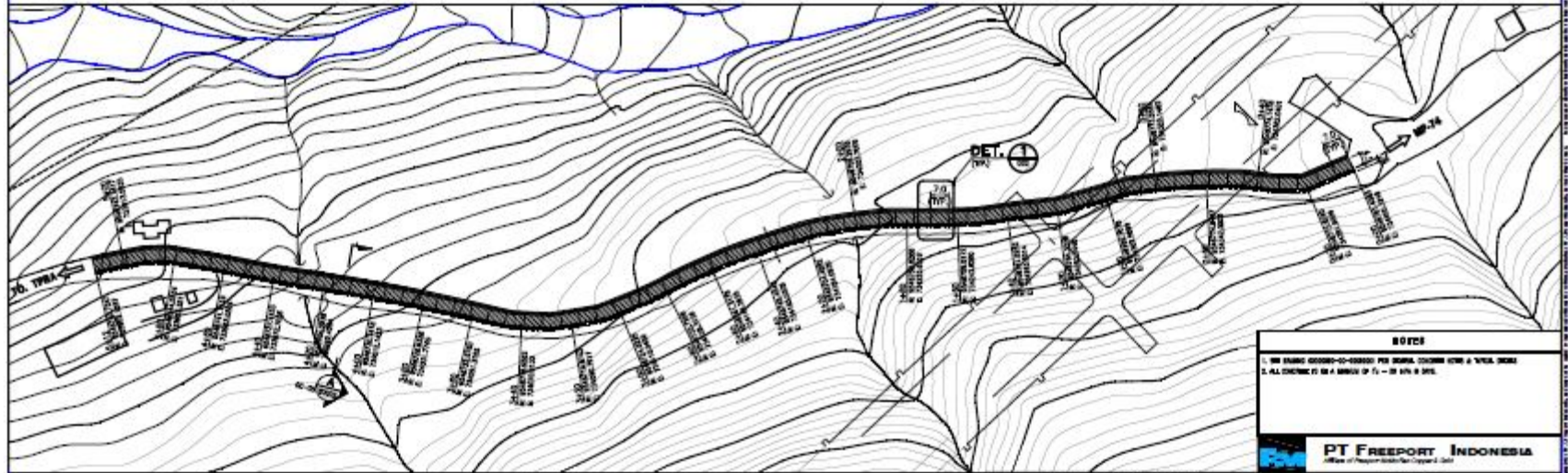
- Lokasi di daerah remote area (Mil 74) ,sebaiknya tidak menggunakan teknologi prategang
- Beton tebal 25 cm dengan wire mesh minimal 0,2% untuk mencegah susut beton pada masa layan
- Beton mutu 'tinggi' mendekati K500 agar proses pemasangan bisa lebih cepat dan kualitas permukaan tidak mudah hancur
- Pemasangan menggunakan pola Jepang, mengingat proyek ini tujuannya merekondisi jalan yang sudah ada. Kondisi jalan original tidak usah dibobok, pelat dipasang di atas, di set levelnyam lalu dilakukan grouting untuk mengisi celah jalan pracetak dan
- Penggunaan sambungan dissipater, agar jika ada overload, keruakan terpusat di dissipater sehingga mudah diperbaiki



STATION	NORTHING	EASTING
0+00.00	9546781.493 M	734668.325 M
0+025.00	9546773.256 M	734378.886 M
0+050.00	9546774.886 M	734352.590 M
0+075.00	9546774.157 M	734327.112 M
0+100.00	9546769.709 M	734302.590 M
0+125.00	9546763.699 M	734278.384 M
0+150.00	9546760.444 M	734253.597 M
0+175.00	9546759.812 M	734228.832 M
0+200.00	9546758.294 M	734203.791 M
0+225.00	9546753.985 M	734179.380 M
0+250.00	9546745.542 M	734155.595 M
0+275.00	9546734.892 M	734132.788 M
0+300.00	9546724.823 M	734110.846 M
0+325.00	9546718.877 M	734085.856 M
0+350.00	9546725.432 M	734061.690 M
0+375.00	9546725.877 M	734038.861 M
0+400.00	9546730.742 M	734012.142 M
0+425.00	9546734.854 M	733987.489 M
0+450.00	9546739.241 M	733962.874 M
0+475.00	9546743.746 M	733938.285 M
0+500.00	9546743.542 M	733913.554 M

ALIGNMENT INCREMENTAL STATION REPORT
 DESCRIPTION : REPAIR CONCRETE ROAD AT MP-73
 STATION RANGE : START 0+000.00, END 0+511.82

STATION	NORTHING	EASTING
0+000.00	9546781.493 M	734668.325 M
0+025.00	9546773.256 M	734378.886 M
0+050.00	9546774.886 M	734352.590 M
0+075.00	9546774.157 M	734327.112 M
0+100.00	9546769.709 M	734302.590 M
0+125.00	9546763.699 M	734278.384 M
0+150.00	9546760.444 M	734253.597 M
0+175.00	9546759.812 M	734228.832 M
0+200.00	9546758.294 M	734203.791 M
0+225.00	9546753.985 M	734179.380 M
0+250.00	9546745.542 M	734155.595 M
0+275.00	9546734.892 M	734132.788 M
0+300.00	9546724.823 M	734110.846 M
0+325.00	9546718.877 M	734085.856 M
0+350.00	9546725.432 M	734061.690 M
0+375.00	9546725.877 M	734038.861 M
0+400.00	9546730.742 M	734012.142 M
0+425.00	9546734.854 M	733987.489 M
0+450.00	9546739.241 M	733962.874 M
0+475.00	9546743.746 M	733938.285 M
0+500.00	9546743.542 M	733913.554 M



NOTES
 1. SEE DRAWING 02020-03-03000 FOR GENERAL CONDITIONS & TOTAL STAKE
 2. ALL DIMENSIONS IN A BRIDGE IS 1:1 - IN 1/4" & 3/16"

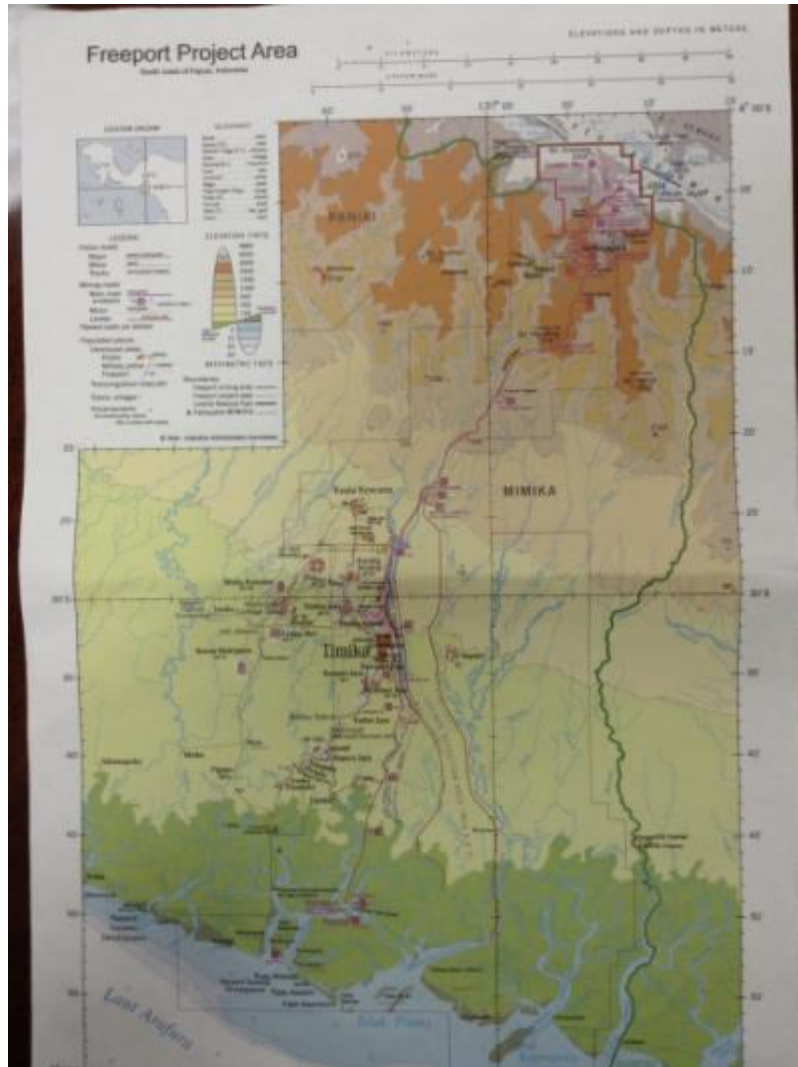
PT FREEPORT INDONESIA
 A Subsidiary of Freeport-McMoan Copper & Gold

REVISIONS			ISSUED FOR CONSTRUCTION		
NO.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	DATE
1	03/15/10	ISSUED FOR CONSTRUCTION			

NO.	DATE	BY	DESCRIPTION
1	03/15/10	DAVID TYGONER, JAY	ISSUED FOR CONSTRUCTION

NO.	DATE	BY	DESCRIPTION
1	03/15/10	DAVID TYGONER, JAY	ISSUED FOR CONSTRUCTION

DESAIN PRECAST PAVEMENT DI PT FREEPORT INDONESIA



Perjalanan Timika – Tembagapura (Ga hanya Prabowo yang bisa naik helikopter)

DESAIN PRECAST PAVEMENT DI PT FREEPORT INDONESIA



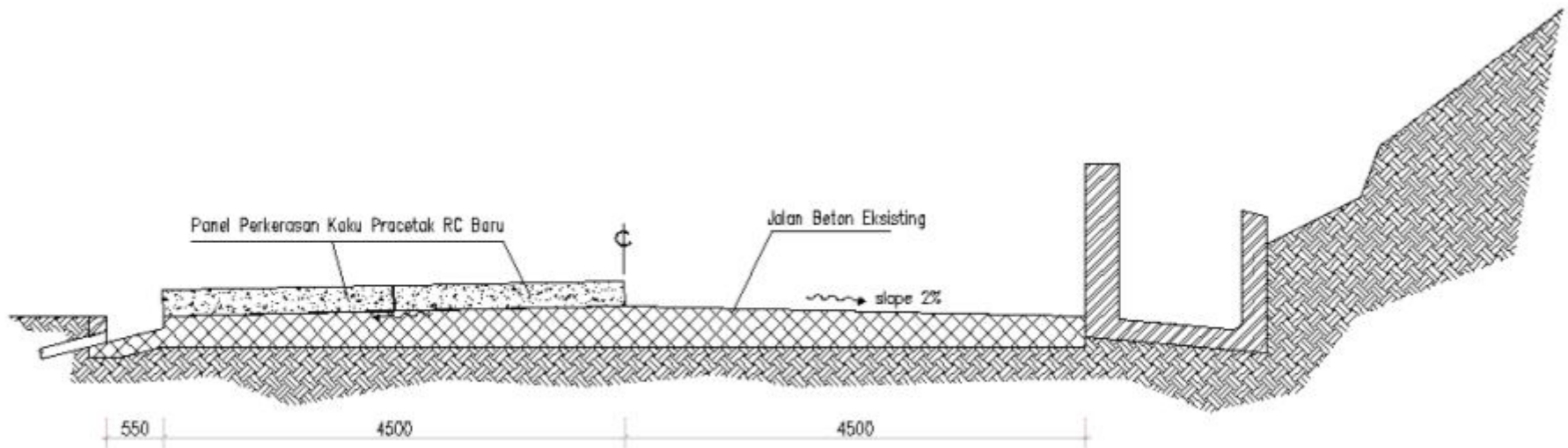
Perjalanan Tembagapura ke Mil 74 naik truk 6 WD yang disulap jadi bus –
Jalan terjal, banyak mobil berat

DESAIN PRECAST PAVEMENT DI PT FREEPORT INDONESIA



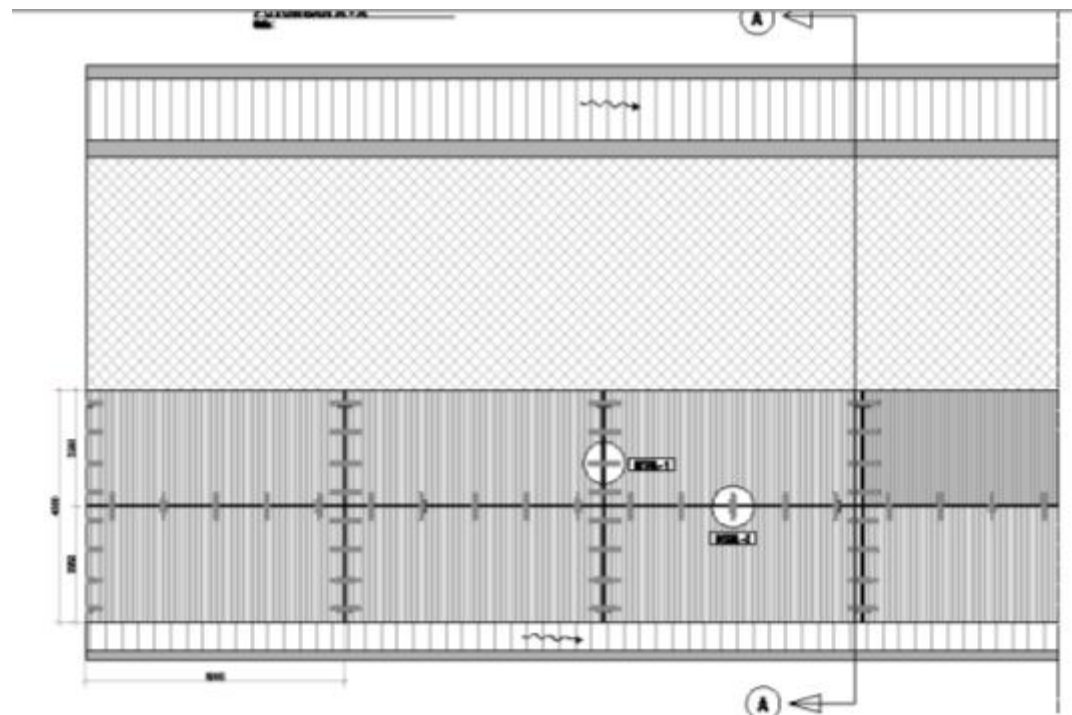
Jalan beton di Mil 74, rusak berat karena betonnya jelek, baru setahun sudah hancur lebur



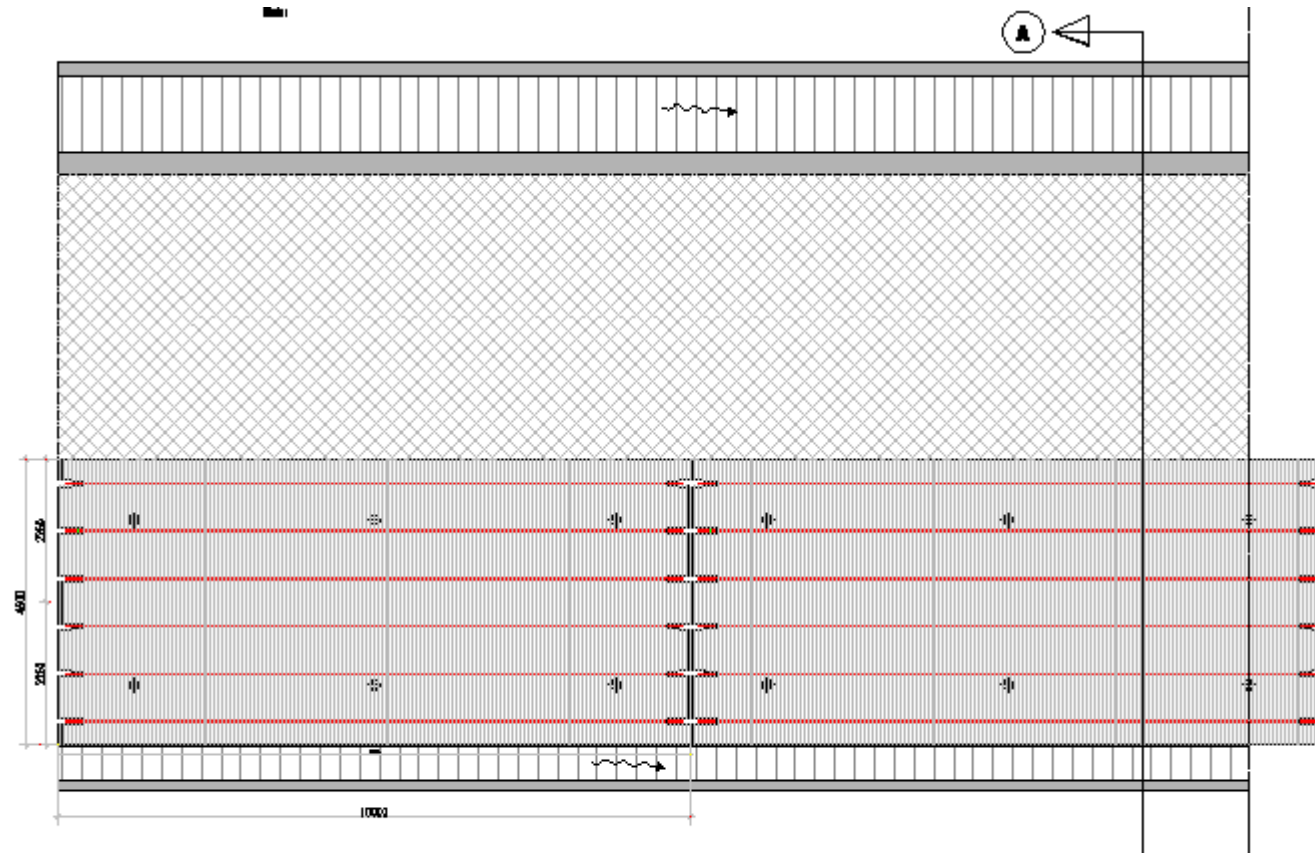


POTONGAN A - A

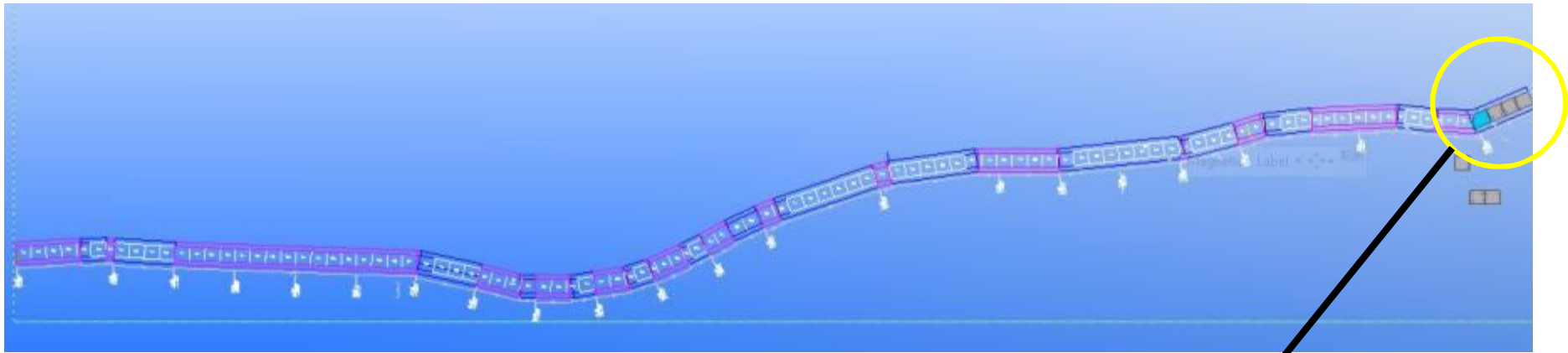
Skala :



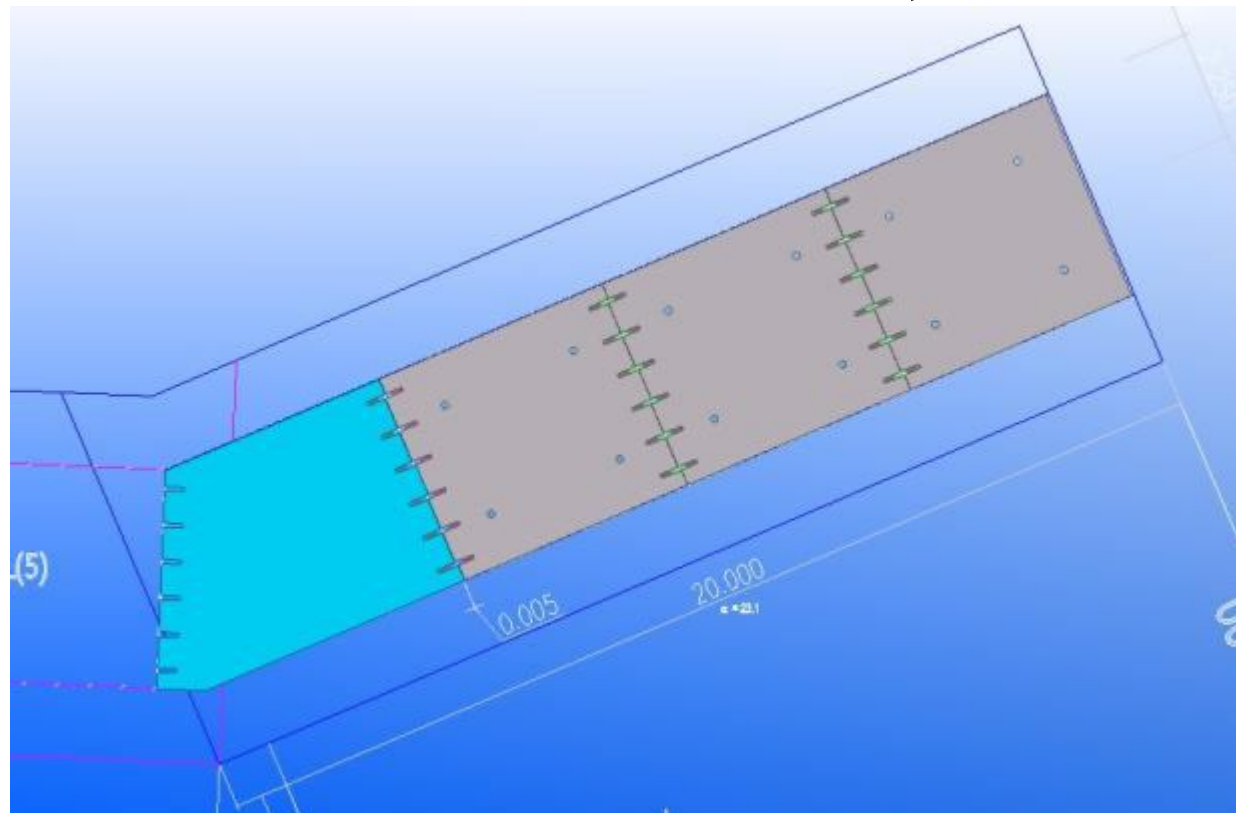
TAMPAN ANGGAN MEMANJANG PERKERASAN JALAN

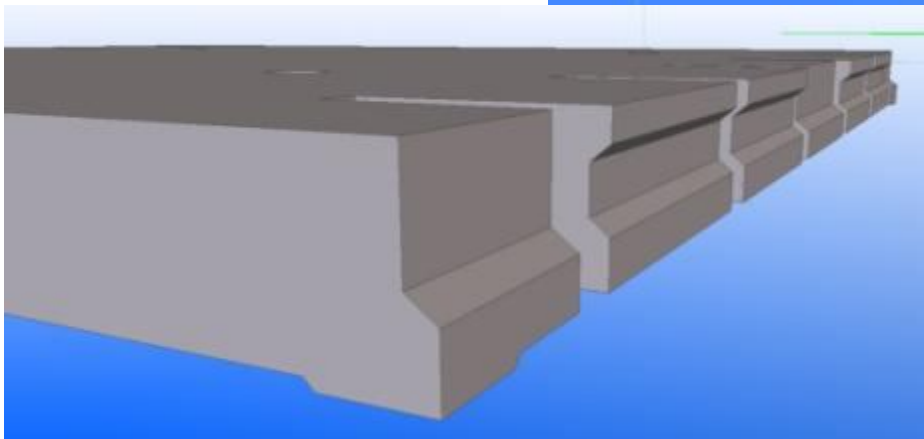
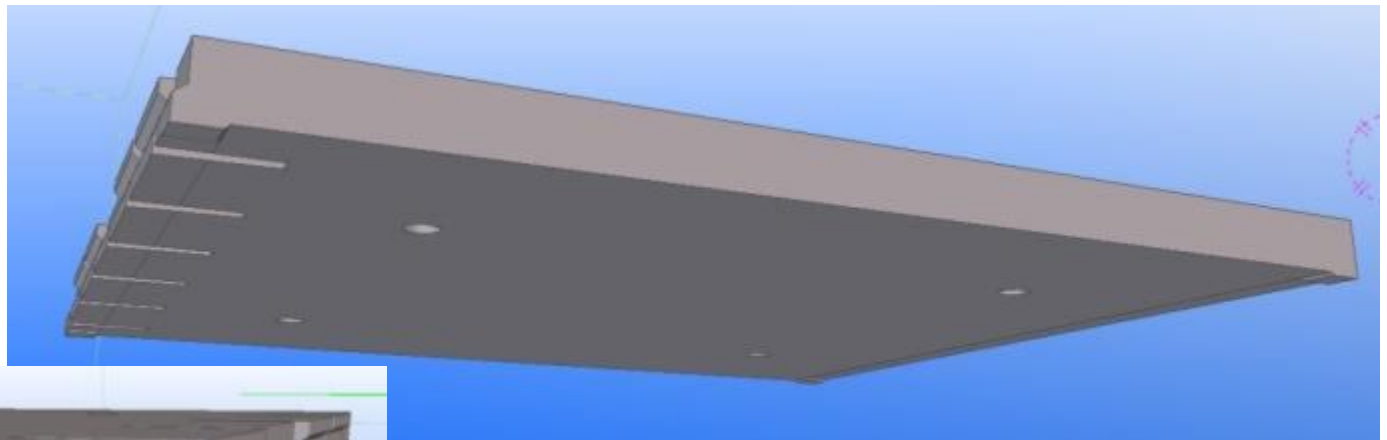
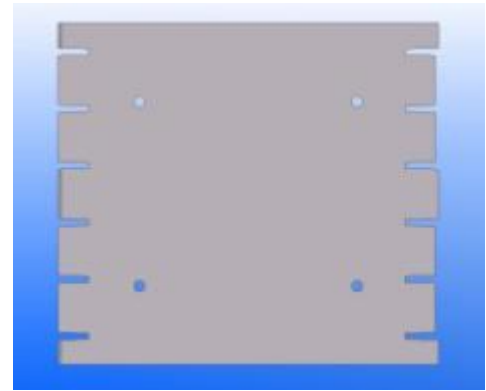
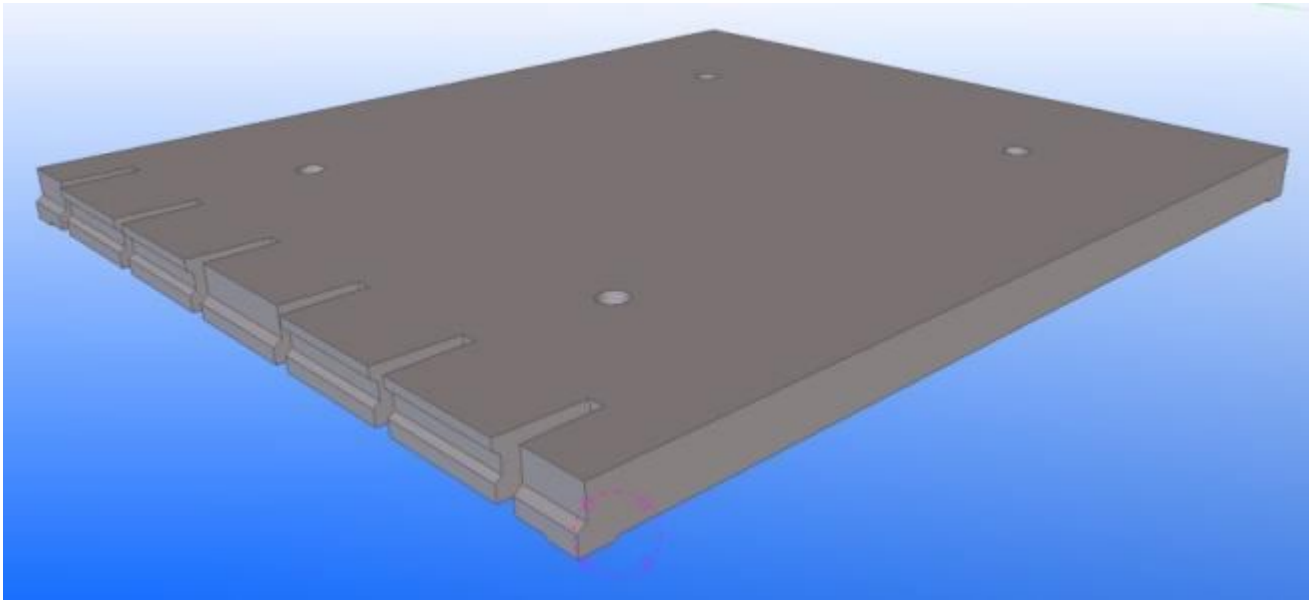


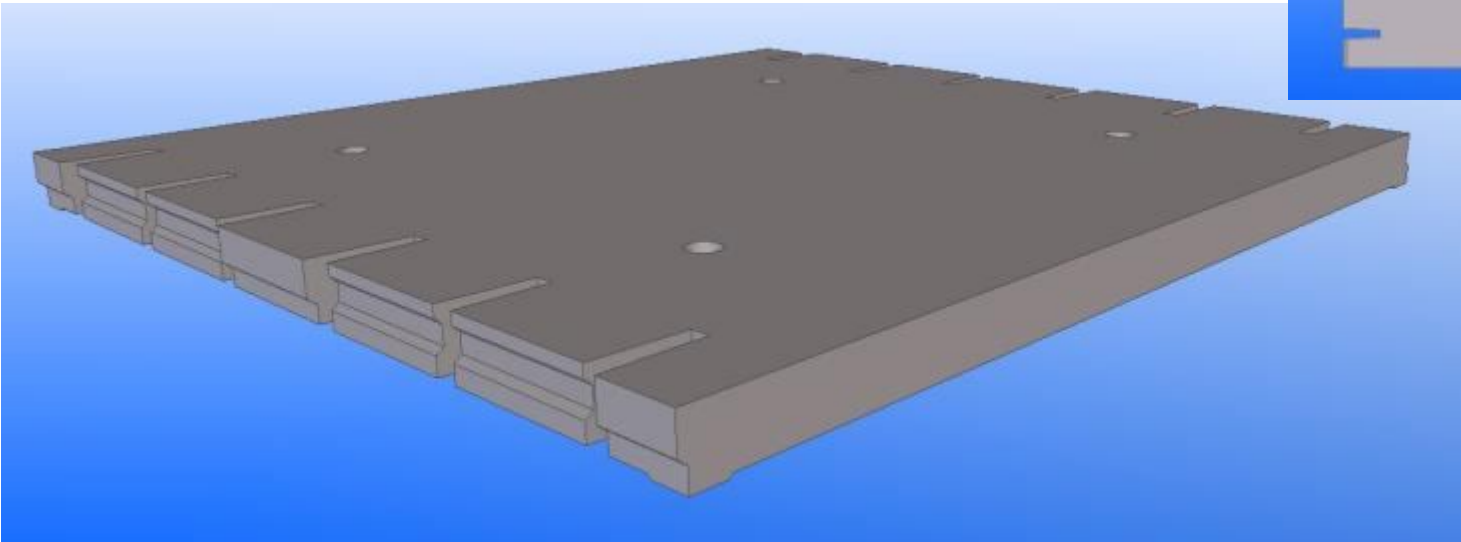
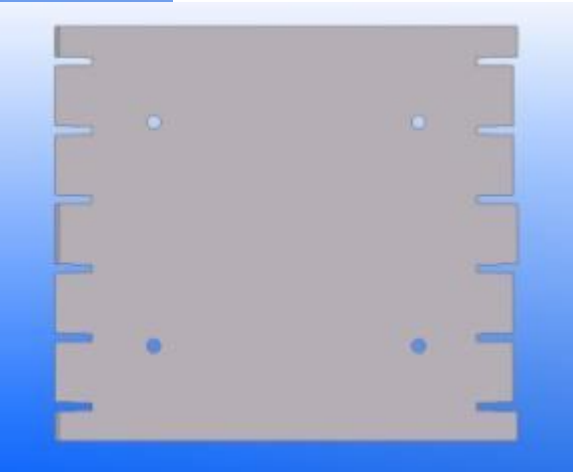
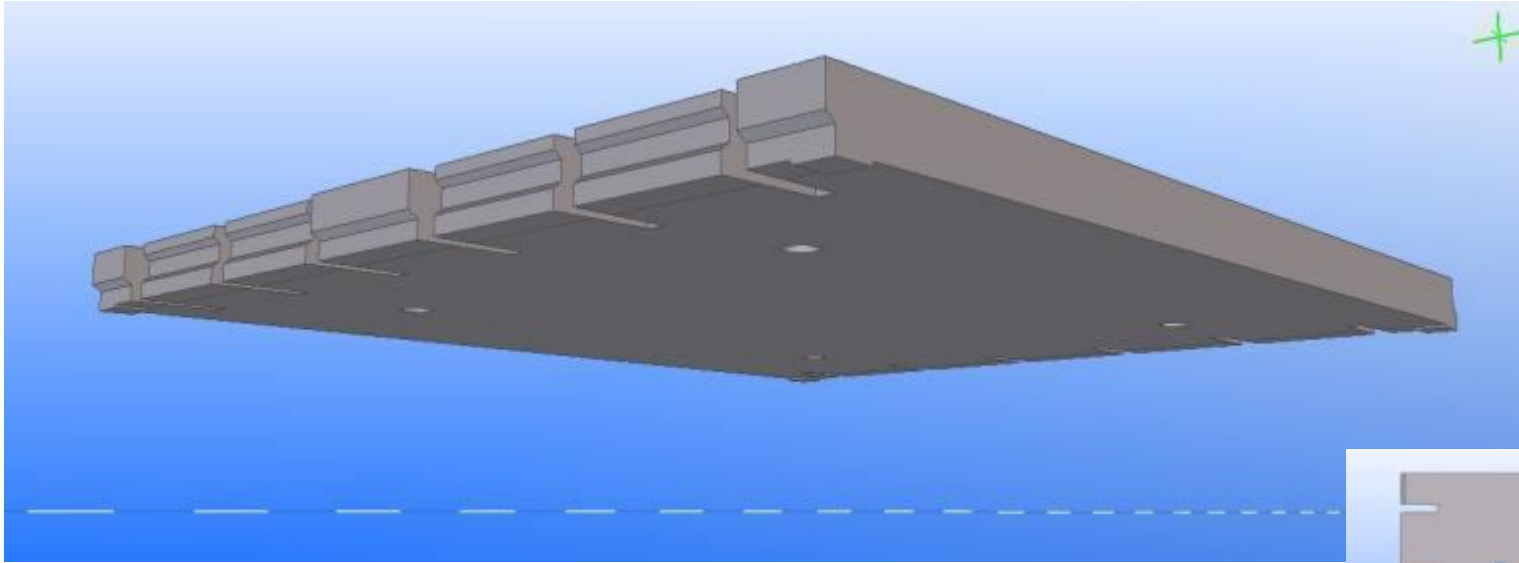
TAMPAK ARAH MEMMILIKI PERKERASAN JALAN

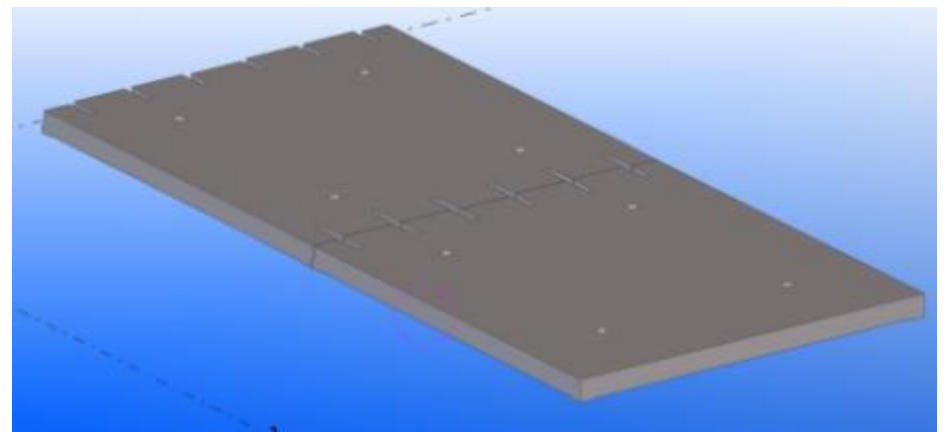
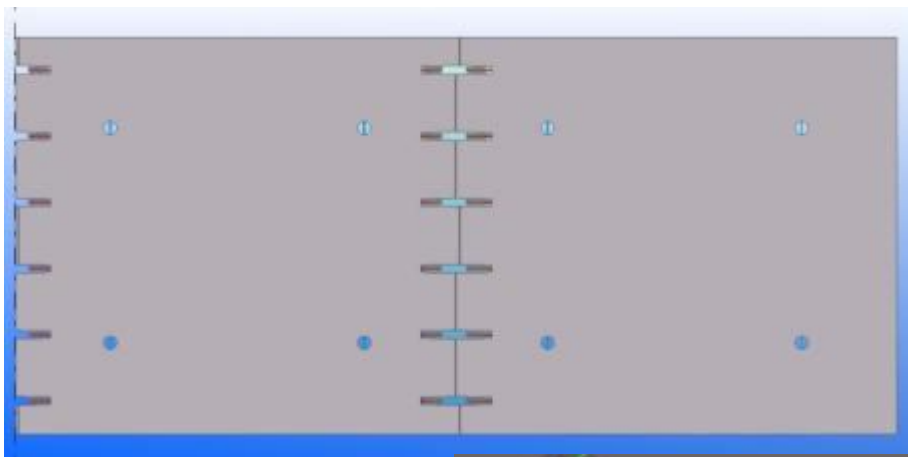
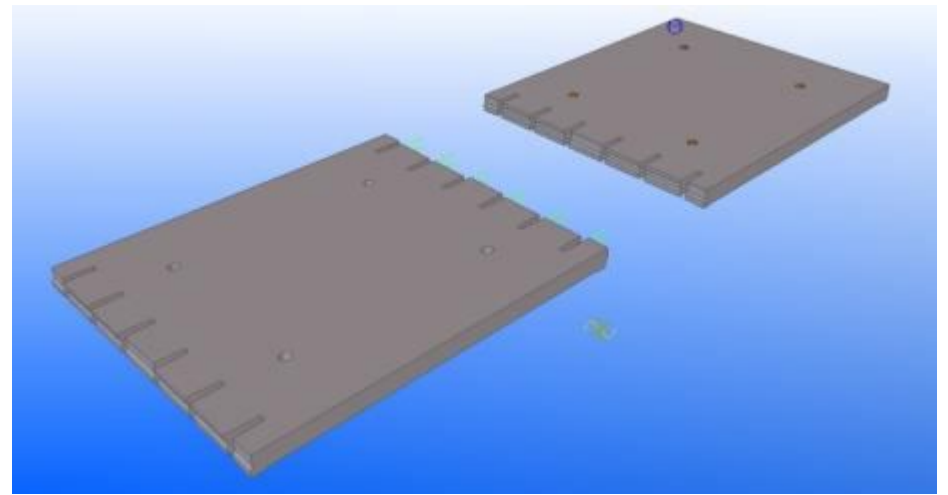
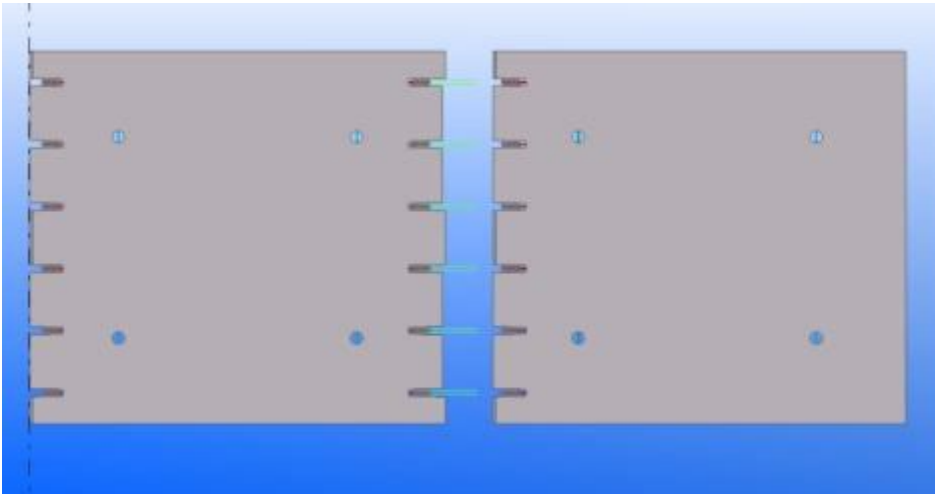


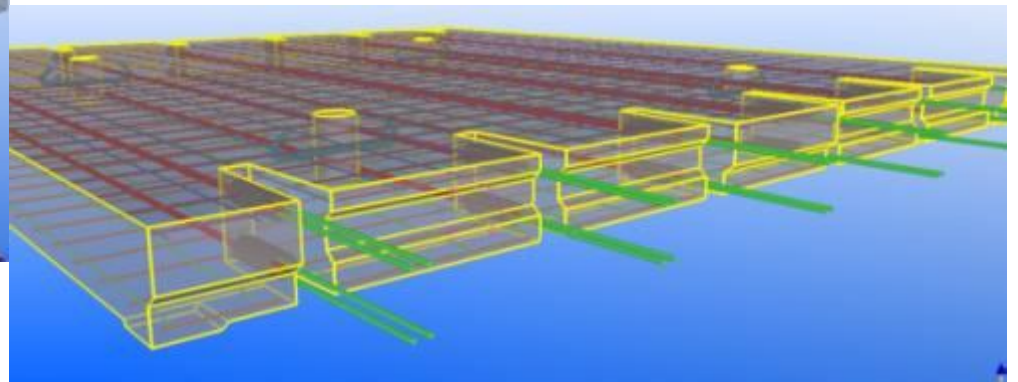
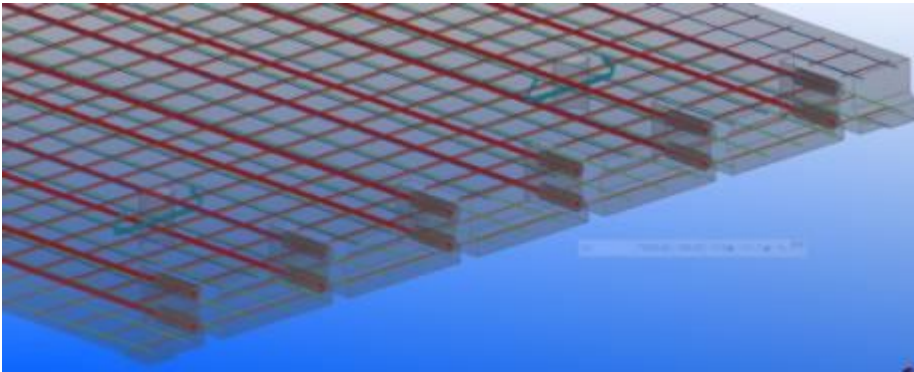
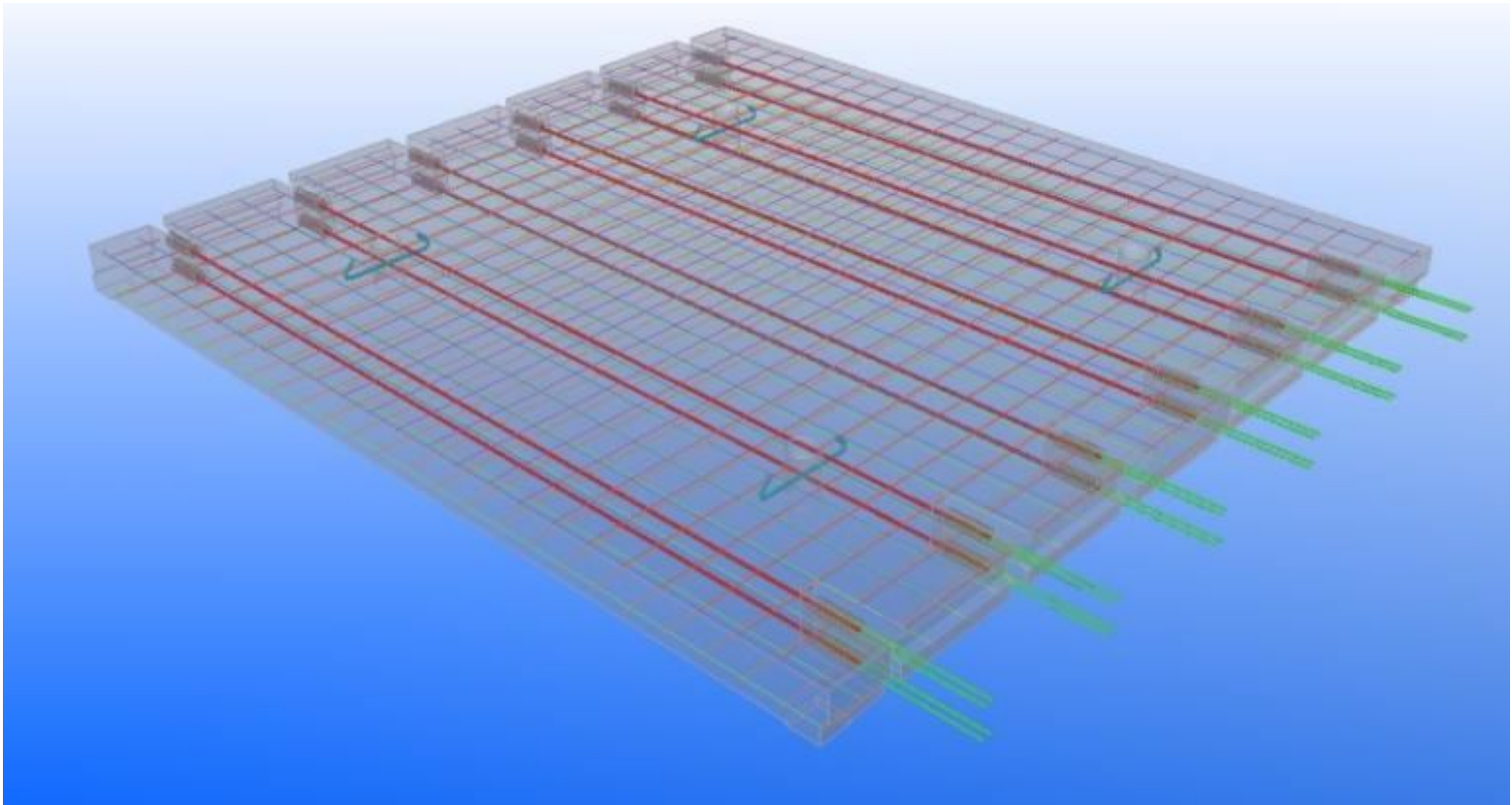
- ❑ Dimensi (mm) :
 - ✓ Tebal = 250
 - ✓ Lebar = 4500
 - ✓ Panjang = 5000
- ❑ Berat (ton) :
 - ✓ PL5 = 13,5 ton
 - ✓ PL8 = 21,6 ton
 - ✓ PL10 = 27,0 ton
- ❑ Mutu Bahan (MPa) :
 - ✓ Beton → $f_c' = 45$
 - ✓ Baja Tulangan → $f_y = 400$
 - ✓ SpirDiss → $f_y = 240$
 - ✓ Grouting → $f_c \text{ min} = 50$





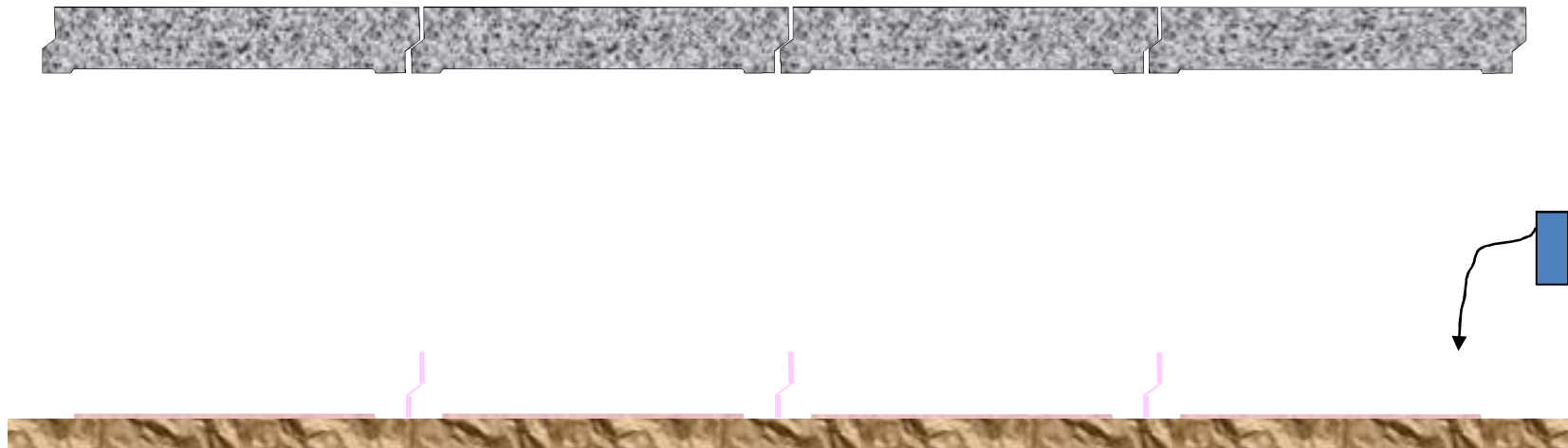






METODE SET-UP PANEL PRE-CAST RIGID PAVEMENT

1. Penyiapan, pembersihan, dan perataan permukaan
2. Pemasangan panel pre-cast
3. Injeksi material grout di bawah permukaan panel pre-cast
4. Injeksi material grout sambungan antar panel pre-cast



PRESENTASI KE DIREKSI FREEPORT DAN PEMBUATAN MOCK UP



Presentasi di depan Direksi PT Freeport, disetujui, langsung buat mock up.

JALAN BETON DENGAN MUTU BAIK BISA TAHAN 25 TAHUN



JALAN BETON DENGAN MUTU BAIK BISA TAHAN 25 TAHUN --- JIKA TANAH DASAR SANGAT JELEK (SUPER SOFT CLAY, GAMBUT, EKSPANSIF) – PAKAI CERUCUK MATRAS BETON

PC MATTRESS MICRO PILES
 FOR SOFT AND EXPANSIVE SOIL

Patented System

JHS
 PRECAST CONCRETE

PC MATTRESS MICRO PILES

Kabupaten Tengah

Pantai Utara Jakarta

ATMADriver
 capacity 20 mm / day

PT. JHS Precast Concrete Industri

JHS
 PRECAST CONCRETE

PC MATTRESS MICRO PILES

PC Mattress

Micro Piles

PC Mattress
 factory stock

Micro Piles
 factory stock

After Construction

**PC MATTRESS MICRO PILES
 ONE STOP SOLUTION FOR
 SOFT SOIL REINFORCEMENT**

PT. JHS Precast Concrete Industri

JHS
 PRECAST CONCRETE

Standar Operation Procedure terhadap Life Safety di Mimika



Gunung Grasberg (4200 m) yang dibuat open mining –
didalamnya ada terowongan yang panjangnya sudah 4000 km

Standar Operation Procedure terhadap Life Safety di Mimika



Turun ke bawah pakai mobil, harus pakai rompi dan helm anti peluru, mobilnya juga dilapis antipeluru dadakan



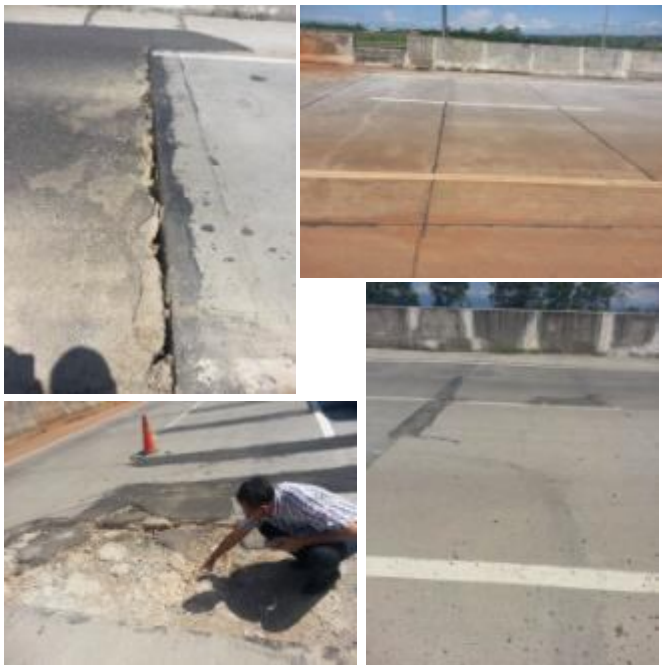
Para 'meno' kalau sudah pakaian gini berarti 'perang', senjatanya panah beracun, sampai bisa tewaskan orang.

PENUTUP

Beton Non Pracetak cor di tempat



Beton Pracetak Prategang



PERMASALAHAN :

RETAK susut muai

SAMBUNGAN hancur

BEBAN LEBIH TIDAK TERKONTROL merusak semua bagian

DAMPAK :

- UMUR RENCANA TIDAK TERCAPAI
- PERLU BIAYA PERAWATAN TINGGI
- LALU LINTAS TERHAMBAT



SISTEM KONSTRUKSI JALAN PERKERASAN KAKU PRACETAK Spir
DiSSipater MENERUS

KEUNGGULAN :

- KONSTRUKSI DAPAT MENGENDALIKAN BEBAN LEBIH
- MENGATASI KERUSAKAN DENGAN TERPENUHINYA SYARAT MINIMUM (adanya tulangan susut, mutu terkendali, alat sambung sebagai "sekring", dll.)
- KONSTRUKSI CEPAT & TEPAT
- UMUR RENCANA TERCAPAI
- BIAYA PERAWATAN RENDAH
- LALU LINTAS LANCAR