

PEMBANGUNAN JEMBATAN HD 785 (PIT E BLOK 7 EAST – OPD H4 BLOK 56) DALAM RANGKA Mendukung Target Rencana Produksi di BMO PT BERAU COAL

**¹⁾Adnan Fadhlullah Muharam*, ²⁾Dudu Anwar Sanusi dan,
³⁾Ichsan Sebastian**

¹⁾FID-CHID Dept Engineer, PT. Berau Coal,
²⁾Operation & Support Div Head, PT. Berau Coal,
³⁾ FID-CHID Dept Head, PT Berau Coal
*E-mail: adnan.muhamam@beraucoalenergy.co.id

ABSTRAK

Binungan Mine Operation (BMO) adalah salah satu site operasional tambang yang dimiliki oleh PT Berau Coal, dengan rencana produksi site BMO dari tahun 2017 hingga 2025 adalah sebesar 646 Juta Bcm overburden (OB) dan 61 juta Mton (MT) batu bara dengan stripping ratio (SR) 10.58. Untuk merealisasikan rencana penambangan tersebut dibutuhkan jembatan pengangkutan Over Burden (OB) yang melintasi Sungai Inaran dengan lebar sungai ± 30 meter dan tinggi pasang surut hingga 7 m.

Jembatan pengangkutan OB akan menghubungkan PIT E (blok 7) dengan Out Pit Dump (OPD) Pit H4 blok 5-6 yang memiliki kapasitas sebesar 60 juta Bcm. Dengan mempertimbangkan volume timbunan yang di rencanakan dan opportunity dumping jarak dekat, desain jembatan dibuat dua lajur agar kegiatan penambangan dapat optimal. Jembatan dibangun dengan bentang 50 m, dan dibagi menjadi 2 segmen yaitu bentang 24 m dan 26 m. Jembatan di desain untuk bisa mengakomodir unit Heavy Duty (HD) 785 dengan berat total (muatan) 163.78 t. dan axle load (maks) 112.353 t serta dibangun dengan sistem komposit menggunakan girder baja. Permodelan jembatan dilakukan dengan menggunakan program Autodesk Robot Structure dengan di dukung data geoteknik, sehingga didapat desain yang optimal.

Dengan dibangunnya jembatan HD ini, menjadikan alternative area dumping point untuk kebutuhan site BMO semakin banyak sehingga dapat memenuhi rencana produksi jangka panjang yang telah disusun, jembatan ini juga berperan dalam pemangkasan jarak dumping yang semula jarak dumping dari Sisi Timur ke sisi Barat sebesar 3,5 km menjadi 2,5-3 km.

Kata kunci : Tambang, Batubara, Over Burden, Out Pit Dump, Jembatan, Heavy Duty

ABSTRACT

Binungan Mine Operation (BMO) is one of the mining operational sites owned by PT Berau Coal, with a BMO site production plan from 2017 to 2025 is 646 million BCM of overburden (OB) and 61 million Mton (MT) of coal with a stripping ratio (SR) 10.58. To realize the mining plan, an Over Burden (OB) transport bridge is needed that crosses the Inaran River with a width of ± 30 meters and up to 7 m high tides.

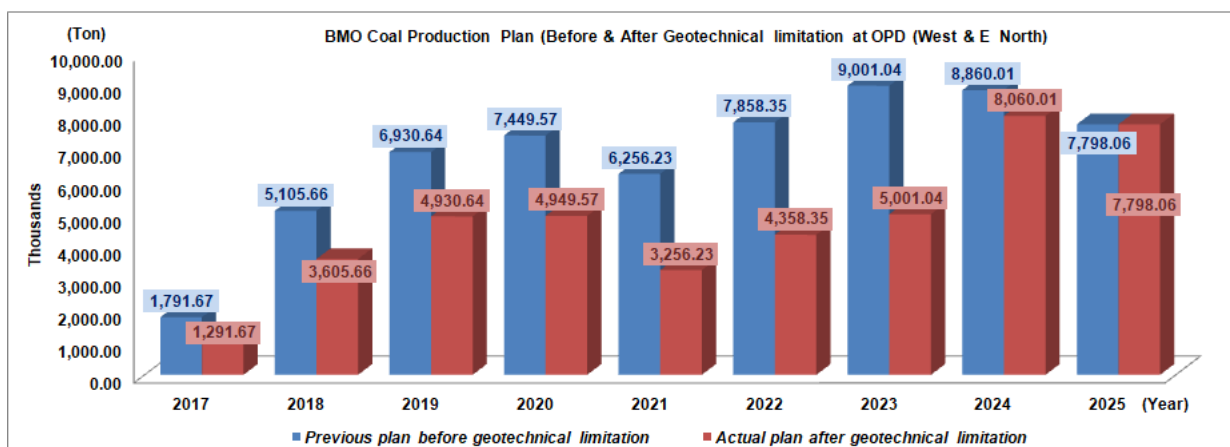
The OB transport bridge will connect PIT E (block 7) with Out Pit Dump (OPD) Pit H4 blocks 5-6 which has a capacity of 60 million BCM. Taking into account the planned embankment volume and the opportunity dumping distance, the design of the bridge is made of two lanes so that mining activities can be optimal. The bridge was built with a span of 50 m and is divided into 2 segments, span of 24 m and 26 m. The bridge is designed to accommodate Heavy Duty (HD) 785 units with a total weight (loaded) of 163.78 t and axle load (max) of 112.353 t, the bridge was built with a composite system using steel girders. Bridge modeling is using Autodesk Robot Structure program supported with geotechnical data, so the optimum design is obtained.

With the construction of this HD bridge, making alternative dumping points for sites that need more BMO so that it can fulfill the long-term production plan that has been prepared, this bridge also plays a role in reducing the dumping distance which was originally the dumping distance from the East Side to the West side of 3.5 km. to 2.5-3 km.

Keywords : Mining, Coal, Over Burden, Out Pit Dump, Bridge, Heavy Duty

A. PENDAHULUAN

Binungan Mine Operation (BMO) adalah salah satu site operasional tambang yang dimiliki oleh PT Berau Coal. Profil rencana produksi BMO pada tahun 2017 – 2025 adalah 646 M Bcm *over burden* (OB) dan 61 M mt batu bara dengan *stripping ratio* (SR) 10.58.



Gambar 1. Tabel profil rencana produksi BMO 2017 – 2025 (*Plan*)

Berdasarkan keterbatasan kapasitas out pit dump (OPD) West & E North di Pit E Blok 7, rencana produksi BMO terkoreksi menjadi 454 M Bcm (OB) dan 43.25 M mt batu bara dengan (SR) 10.50. Kapasitas aktual (OPD) West berkurang dari sebelumnya 108 M Bcm menjadi 15 M Bcm, dan (OPD) E North berkurang dari sebelumnya 40 M Bcm menjadi 11.4 M Bcm. Berkurangnya kapasitas aktual (OPD) West & E North disebabkan karena area dumping material dekat dengan area tanah lunak / rawa, sehingga kapasitas (OPD) disesuaikan dengan hasil kajian geoteknik. Alur penambangan Pit East Blok 7 BMO 2 dimulai dari sisi barat ke timur, sehingga seiring berjalannya waktu, aktivitas penambangan akan semakin jauh dengan OPD West, dengan kondisi tersebut dan terbatas nya kapasitas OPD E North, maka dibutuhkan OPD baru dengan kapasitas sekitar 60 M Bcm dengan jarak tempuh yang lebih dekat dibanding OPD West.



Gambar 2. Layout OPD West & E North, Pit E Blok 7 & OPD Pit H4 Blok 56

OPD Pit H4 telah dipilih menjadi lokasi OPD baru dengan kapasitas sekitar 60 M Bcm. Akses menuju OPD Pit H4 dari Pit E Blok 7 dipisahkan oleh Sungai Inaran, Sungai Inaran memiliki lebar ± 30 meter dan tinggi pasang surut hingga 7 m. Berdasarkan hal tsb, untuk mendukung aktivitas operasional produksi batu bara di Binungan Mine Operation (BMO), diperlukan jembatan yang menghubungkan Pit E Blok 7 dengan OPD Pit H4.

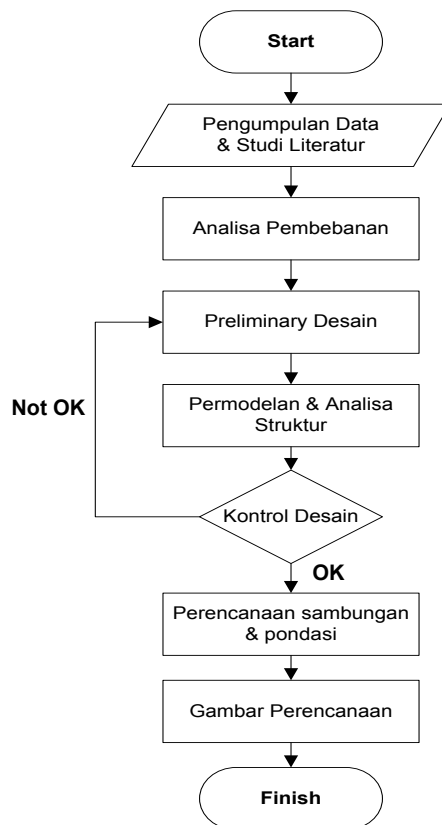
B. METODOLOGI PENELITIAN

Aktivitas hauling material OB (*Over Burden*) dari Pit East Blok 7 BMO 2 menuju OPD (East, E North & Pit H4 Blok 56) dilakukan dengan menggunakan unit hauling *Heavy Duty* (HD) 785, dimana berat total (muatan) adalah 163.78 t, dengan axle load (maks) 112.3 t. Sehingga untuk mendukung aktivitas operasional tambang di Pit E Blok 7 BMO 2, diperlukan jembatan yang dapat mengakomodir beban tsb.



Gambar 3. Layout Jembatan HD 785 – Pit East Blok 7 BMO 2

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam proses desain Jembatan HD 785 yang digambarkan pada diagram alir berikut :



Gambar 4. Bagan alir desain Jembatan HD 785 – Pit East Blok 7 BMO 2

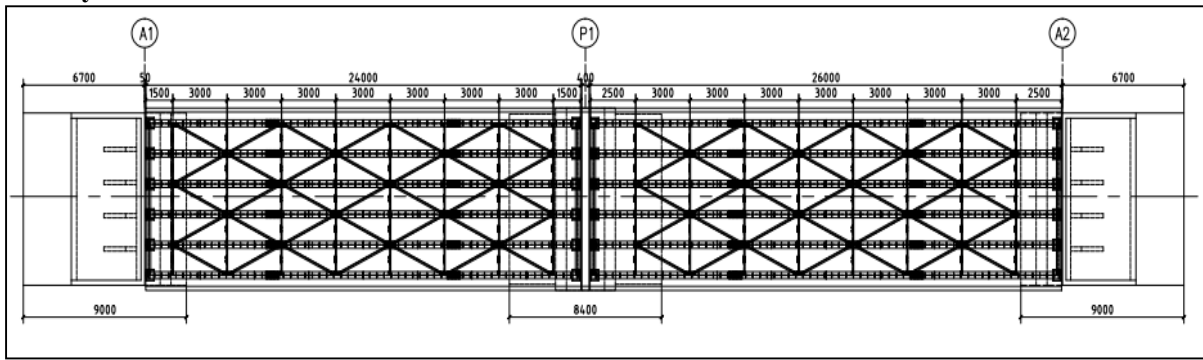
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Perencanaan Jembatan HD 785

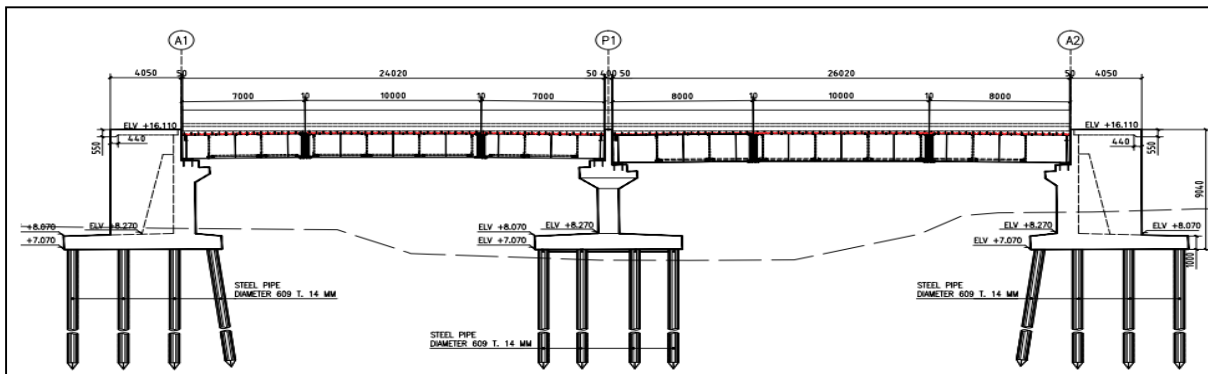
Berikut adalah data perencanaan yang digunakan dalam desain Jembatan HD 785 :

- ❖ Panjang : 50 m (Segmen 1 = 24 m, Segmen 2 = 26 m)
- ❖ Lebar : 8 m
- ❖ Lokasi : Site Binungan Mine Operation (BMO), PT Berau Coal
- ❖ Fungsi : Hauling OB Material (Pit East Blok 7 - OPD H4 Blok 56)
- ❖ Jenis Jembatan : *Simple Beam with Steel I Girder (Composite steel – concrete)*
- ❖ Mutu Baja : SM 490 (Fy : 345 Mpa), SS 400 (Fy : 235 Mpa)
- ❖ Mutu Beton : K 350 (Fc' 30 Mpa)
- ❖ Sambungan Las : E 70xx (Fu : 483 Mpa)
- ❖ Sambungan Baut : Fup : 490 Mpa, Fuf : 840 Mpa
- ❖ *Steel Frame* : *Main Girder* (IWF 2100x 350x28x30, IWF 1800x350x26x28)
 : *Wind Brace* (L 100x100x10)
 : *Diafragma* (IWF 400x200x8x13, UNP 100x50x5)

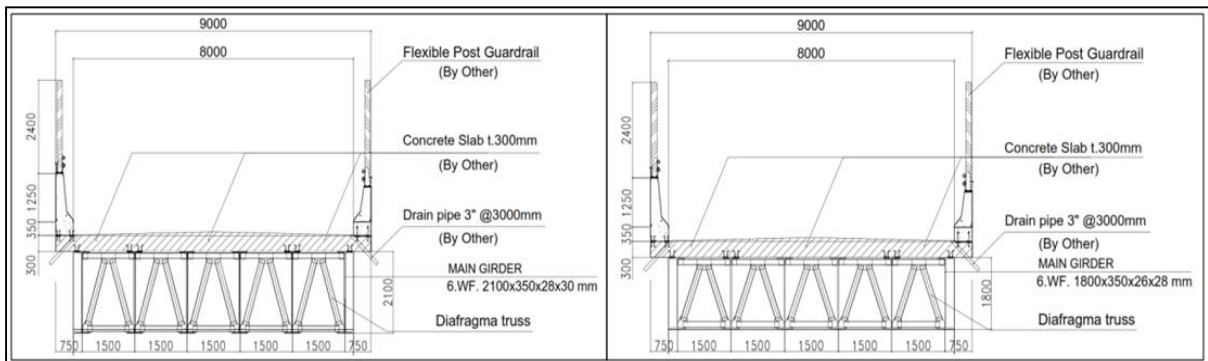
1.1 Layout dan desain Jembatan HD 785



Gambar 5. Layout Jembatan HD 785



Gambar 6. Potongan memanjang Jembatan HD 785



Gambar 7. Potongan melintang jembatan HD 785

2. Pembebanan Jembatan

Berikut adalah beban-beban yang digunakan dalam desain Jembatan 785 :

2.1 Beban Sendiri (*Dead Load*)

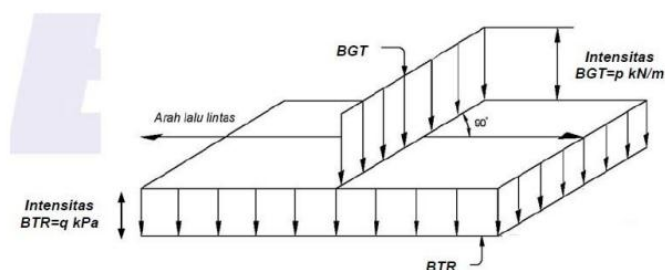
Berat sendiri adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural lain ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Beban Sendiri diantaranya adalah :

- **Beban leveling beton 50 mm**
 $1.5 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 1.875 \text{ kN/m}$
- **Beban plat lantai beton 300 mm**
 $1.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 11.25 \text{ kN/m}$
- **Beban sendiri girder**
 IWF 2100x 350x28x30 = 613.24 kg/m
 IWF 1800x350x26x28 = 509.81 kg/m
- **Beban sendiri diafragma & wind brace**
 L 100x100x10 = 15.1 kg/m
 IWF 400x200x8x13 = 66 kg/m
 UNP 100x50x5 = 9.36 kg/m

2.2 Beban sendiri tambahan (*Superimposed Dead Load*)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

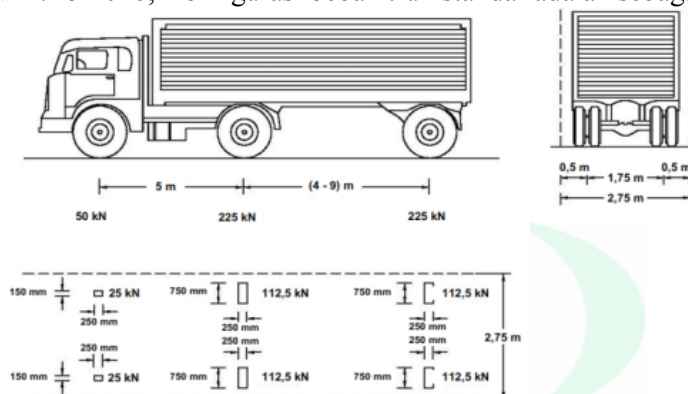
- **Beban Aspal 100 mm**
 $1.5 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \times 22.4 \text{ kN/m}^3 = 3.36 \text{ kN/m}$
- **Beban lalu lintas**
 Berdasarkan SNI 1725 2016, Beban lalu lintas dibagi menjadi 2 yaitu beban terbagi rata (BTR) dan beban garis (BGT), Nilai masing masing beban diambil sbb :
 BTR : 9 kN/m
 BGT : 49 kN/m (Beban garis dikalikan dengan faktor beban dinamik sebesar 1.4)



Gambar 8. Susunan pembebanan BGT dan BTR

- **Beban Truk**

Berdasarkan SNI 1725 2016, Konfigurasi beban truk standar adalah sebagai berikut :

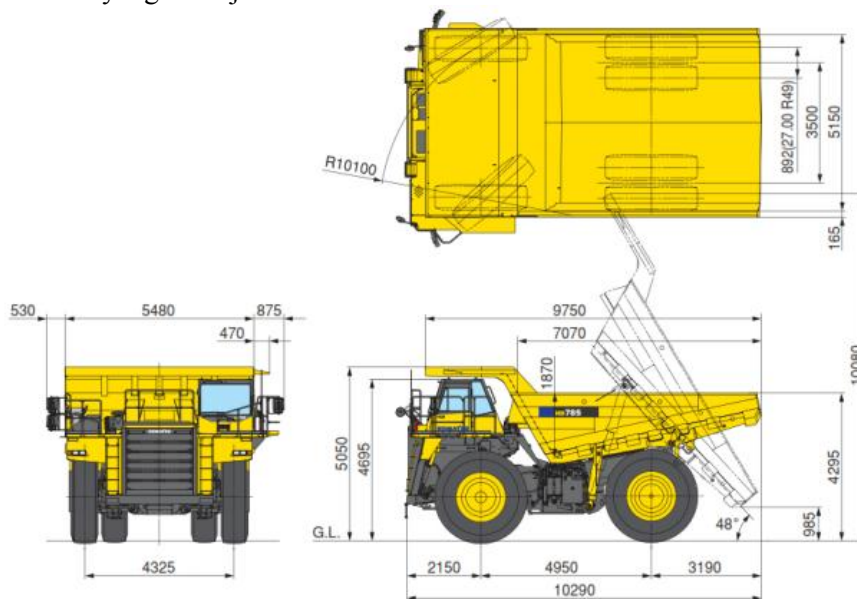


Gambar 9. Konfigurasi beban truk

Beban truk dikalikan dengan faktor beban dinamik sebesar 1.3

- **Beban HD 785**

Jembatan di desain untuk dapat mengakomodir aktivitas HD 785, dimana konfigurasi bentuk dan besar beban yang bekerja adalah sbb :



Gambar 10. Konfigurasi bentuk HD 785



WEIGHT (APPROXIMATE)

Rated Empty Vehicle Weight (EVW)	72000 kg
Excludes optional equipments and operator.	
Rated Gross Vehicle Weight (GVW)	163780 kg
Includes optional equipments, operator (80 kg) and payload.	
Distribution:	
Empty: Front axle	47%
Rear axle	53%
Loaded: Front axle	31.4%
Rear axle	68.6%

Gambar 11. Beban sumbu HD 785

Beban maksimal HD 785 adalah 163,780 kg dimana distribusi beban pada roda depan adalah 31.4 % dan pada ban belakang adalah 68.6 %, berdasarkan hal tersebut maka beban sumbu HD 785 adalah :

Sumbu roda depan (front axle) = 31.3 % x 163,780 kg = 51,427 kg
 Sumbu roda belakang (rear axle) = 68.6 % x 163,780 kg = 112,353 kg

Beban HD 785 perlu dikalikan dengan faktor beban dinamik sebesar 1.3

- **Beban Rem**

Beban Rem dihitung sebesar 5% dari beban BGT dan BTR tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamik.

- **Beban Angin**

Berdasarkan SNI 1725 2016, besar beban angin yang bekerja pada struktur atas jembatan adalah sebagai berikut :

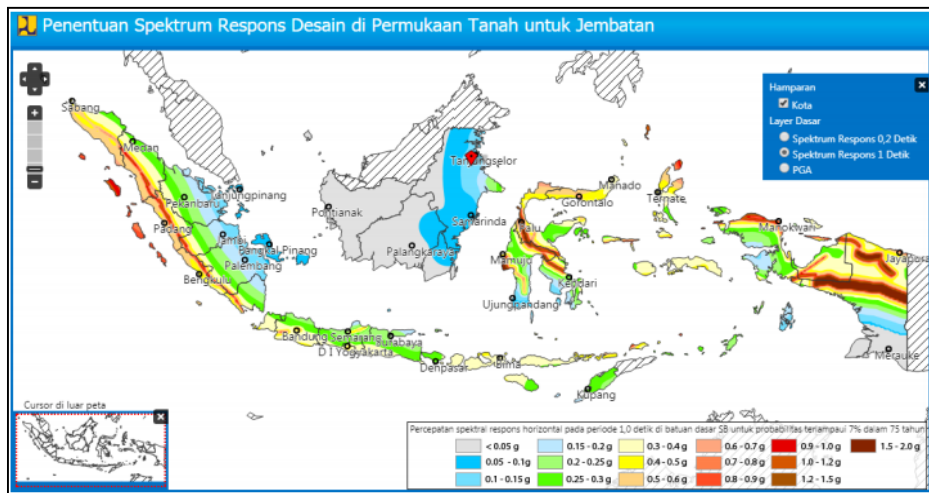
Tabel 1. Beban angin pada struktur atas jembatan

Sudut °	Rangka, Kolom & Pelengkung		Gelagar	
	Beban Lateral Mpa	Beban Longitudinal Mpa	Beban Lateral Mpa	Beban Longitudinal Mpa
0	0,0036	0,000	0,0024	0,0000
15	0,0034	0,0006	0,0021	0,0003
30	0,0031	0,0013	0,0020	0,0006
45	0,0023	0,0020	0,0016	0,0008
60	0,0011	0,0024	0,0008	0,0009

Selain beban angin pada struktur atas jembatan, beban angin juga harus direncanakan terhadap kendaraan yang melintas di atas jembatan, Beban angin akibat kendaraan di atas jembatan dihitung sebesar 1.46 N/mm.

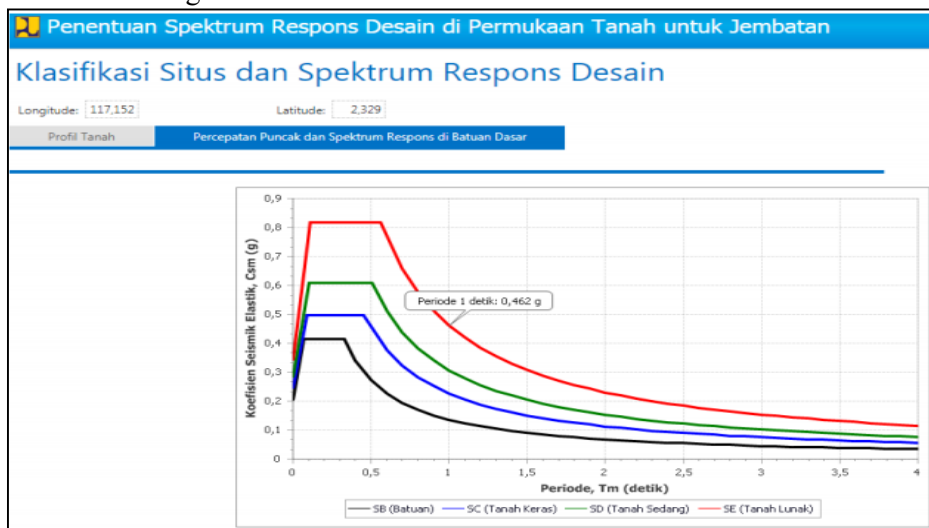
Beban Gempa

Beban gempa di analisis berdasarkan peta bahaya gempa tahun 2017, disesuaikan dengan lokasi pembangunan jembatan.



Gambar 12. Peta spektrum respon desain indonesia

Berdasarkan peta gempa 2017, didapat grafik respon percepatan gempa pada lokasi jembatan adalah sebagai berikut :



Gambar 13. Grafik spektrum respon desain gempa pada lokasi jembatan

2.3 Kombinasi pembebanan

Berdasarkan SNI 1725 2016, kombinasi pembebanan pada jembatan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kombinasi pembebanan jembatan

Keadaan	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	Gunakan salah satu									
			EU	Ews	Ewl	BF	EUn	TG	ES	EQ	TC	TV
			Hanyutan	Angin Struktur	Angin Kendaraan	Friksi	Temperatur Seragam	Temperatur Gradien	Penurunan			
Kuat I	<i>Yp</i>	1.8	1	-	-	1	0.5/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Kuat II	<i>Yp</i>	1.4	1	-	-	1	0.5/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Kuat III	<i>Yp</i>	-	1	1.4	1	1	0.5/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Kuat IV	<i>Yp</i>	-	1	-	-	1	0.5/1.2	-	-			
Kuat V	<i>Yp</i>	-	1	0.4	-	1	0.5/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Ekstrem I	<i>Yp</i>	<i>YEQ</i>	1	-	-	1	-	-	-	1		
Ekstrem I	<i>Yp</i>	0.5	1	-	-	1	-	-	-		1	1
Layan I	<i>I</i>	1	1	0.3	1	1	1/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Layan II	<i>I</i>	1.3	1	-	-	1	1/1.2	-	-			
Layan III	<i>I</i>	0.8	1	-	-	1	1/1.2	<i>YTG</i>	<i>YES</i>			
Layan IV	<i>I</i>	-	1	0.7	-	1	1/1.2	-	1			

Kombinasi beban layan adalah sebagai berikut :

$$\text{LAYAN I} = 1 \text{ DL} + 1 \text{ SDL} + 1 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 0.3 \text{ EWs} + 1 \text{ EWl} + 1.2 \text{ EU} + 0.5 \text{ TG}$$

$$\text{LAYAN II} = 1 \text{ DL} + 1 \text{ SDL} + 1.3 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1.2 \text{ EU}$$

$$\text{LAYAN III} = 1 \text{ DL} + 1 \text{ SDL} + 0.8 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1.2 \text{ EU} + 0.5 \text{ TG}$$

$$\text{LAYAN IV} = 1 \text{ DL} + 1 \text{ SDL} + 0.7 \text{ EWs} + 1 \text{ EWl} + 1.2 \text{ EU}$$

Kombinasi beban ultimate adalah sebagai berikut :

$$\text{KUAT I} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 1.8 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1.2 \text{ EU} + 0.5 \text{ TG}$$

$$\text{KUAT II} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 1.4 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1.2 \text{ EU} + 0.5 \text{ TG}$$

$$\text{KUAT III} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 1.4 \text{ EWs} + 1.2 \text{ EU} + 1 \text{ TG}$$

$$\text{KUAT IV} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 1.2 \text{ EU}$$

$$\text{KUAT V} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 0.4 \text{ EWs} + 1.2 \text{ EU} + 1 \text{ TG}$$

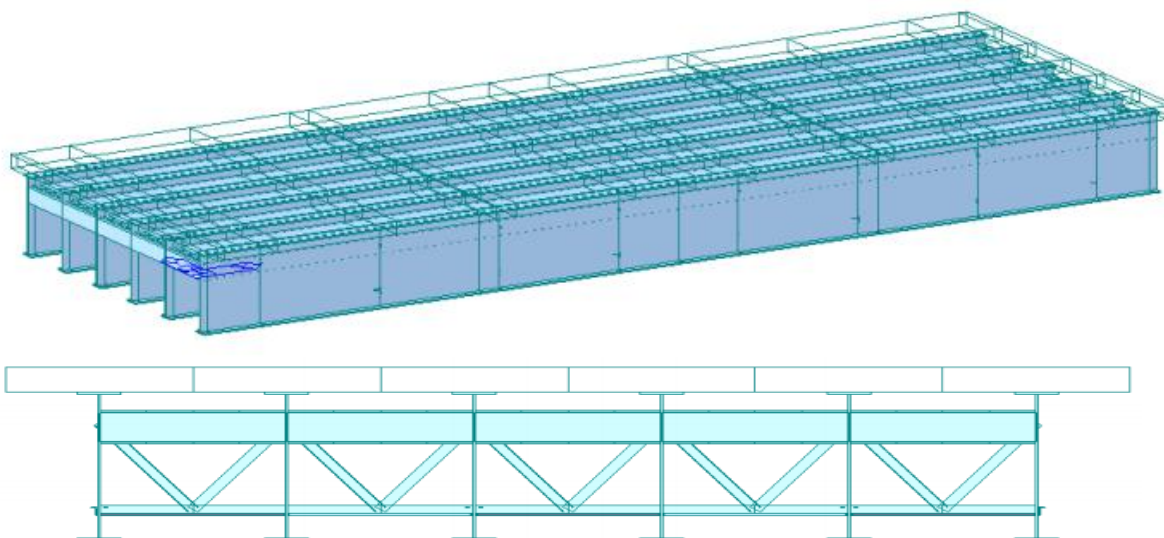
$$\text{EKSTREM I} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 0.5 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1 \text{ TC}$$

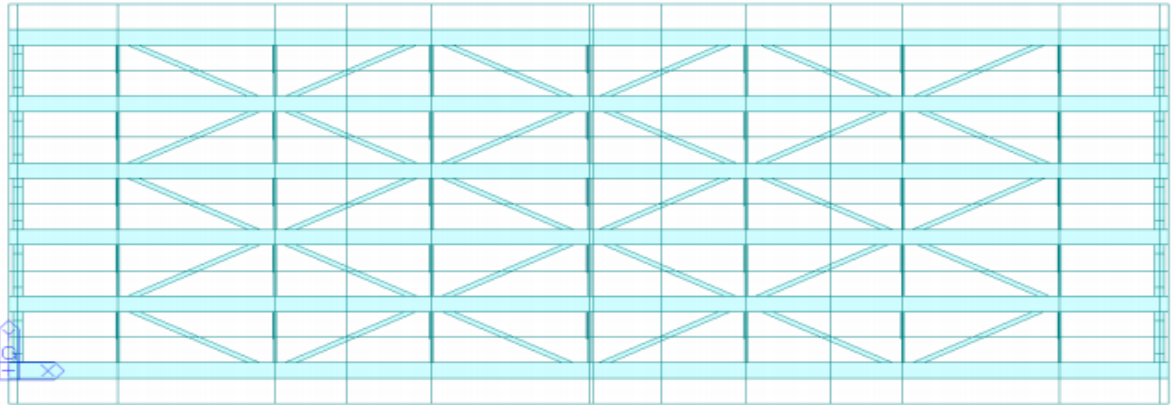
$$\text{EKSTREM II-a} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 0.5 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1 \text{ TC}$$

$$\text{EKSTREM II-b} = 1.3 \text{ DL} + 2 \text{ SDL} + 0.5 (\text{UDL} + \text{KEL} + \text{TB}) + 1 \text{ TV}$$

3. Permodelan dan Analisa Struktur

3.1 Permodelan Jembatan HD 785 dengan software analisa struktur





Gambar 14. Permodelan Jembatan HD 785 dengan software analisa struktur

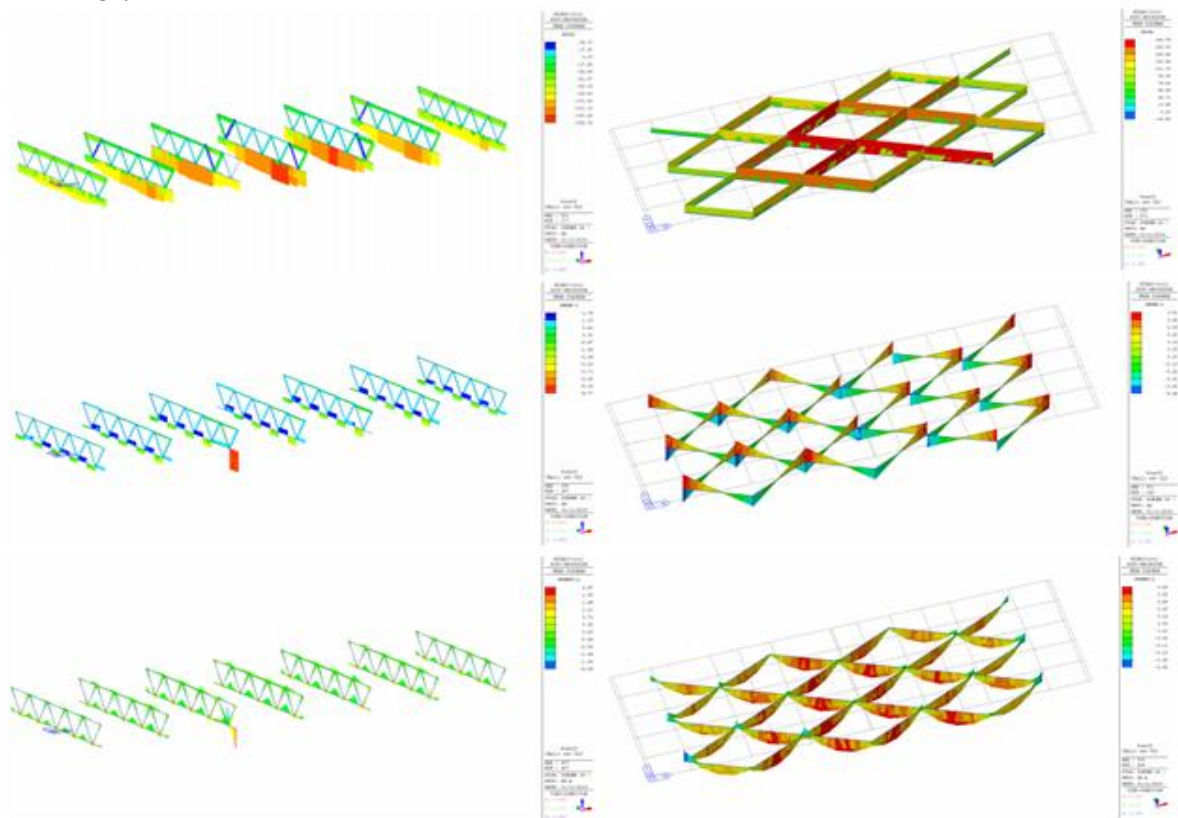
3.2 Analisa Struktur *Main Girder* Jembatan HD 785

Perhitungan struktur *main girder* jembatan dilakukan secara manual, yang diantaranya adalah :

- Kapasitas penampang baja & beton (*Uncomposite & Composite*)
- Sambungan Las *Main Girder*
- *Bearing Stiffner*
- Sambungan Las *Bearing Stiffner*
- *Intermediate Stiffner*
- Sambungan Las *Intermediate Stiffner*
- Sambungan *Splice Beam (Bolt Join)*
- *Shear Connector*

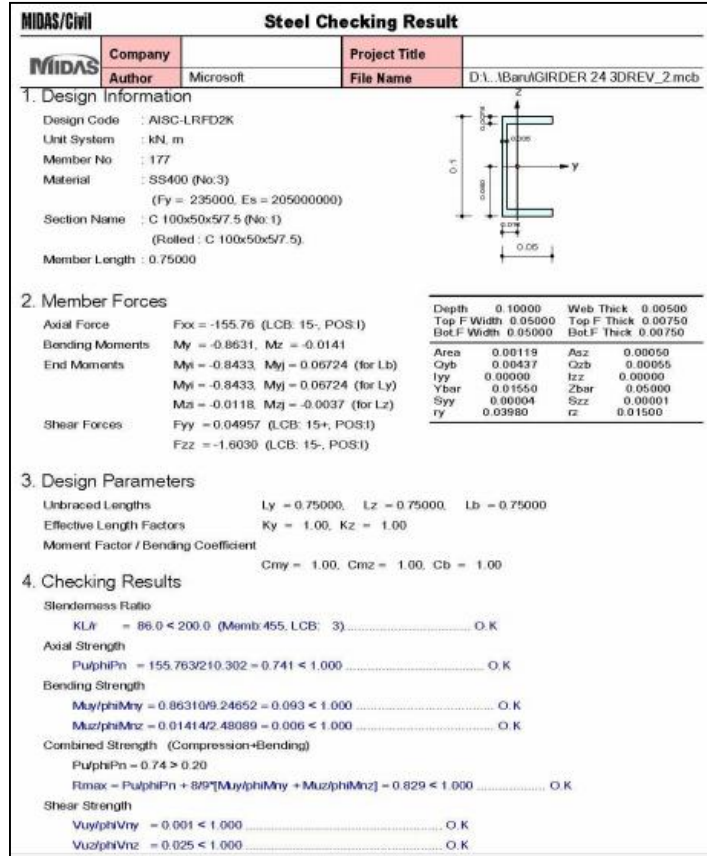
3.3 Analisa Struktur *Diaphragm & Wind Brace* Jembatan HD 785

Berikut adalah hasil analisa struktur pada *diaphragm* dan *wind brace* untuk gaya normal, gaya geser dan gaya momen.

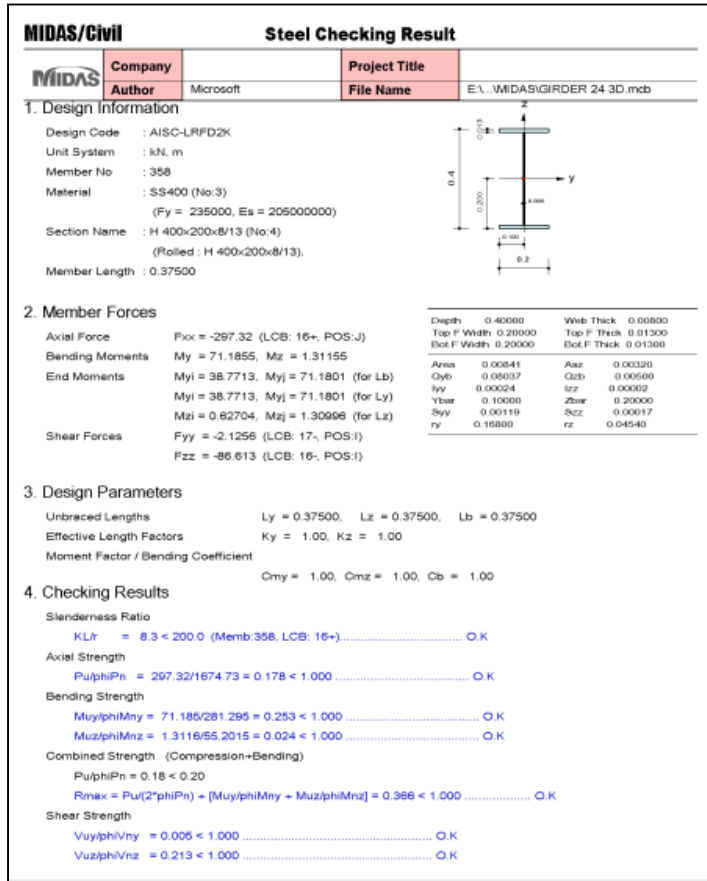


Gambar 15. Analisa Struktur *Diaphragm* dan *Wind Brace*

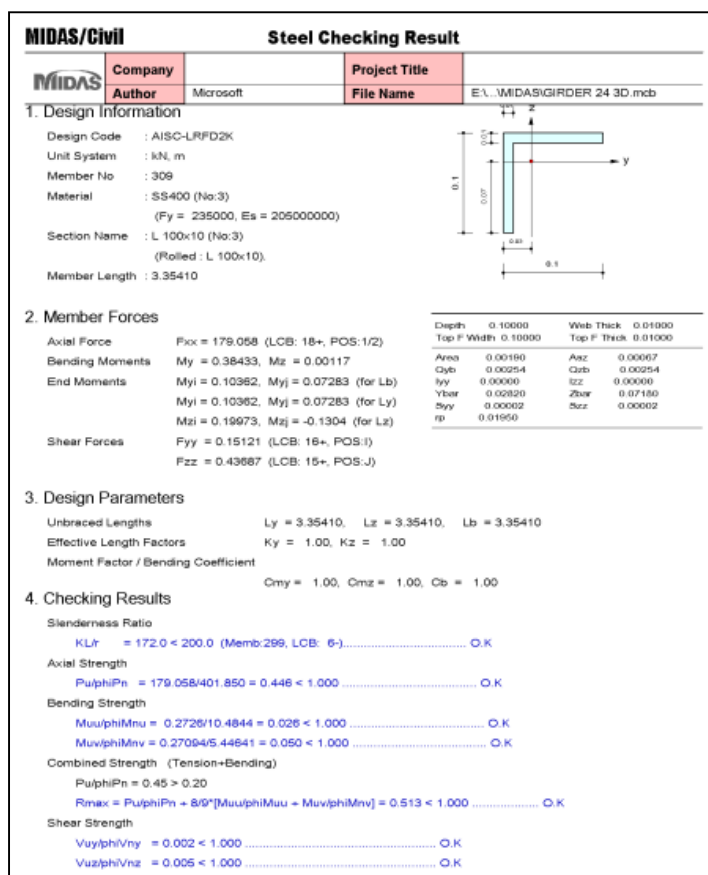
3.4 Steel Check Result Diaphragm dan Wind Brace Jembatan HD 785



Gambar 16. Steel check result C 100x50x5/7.5



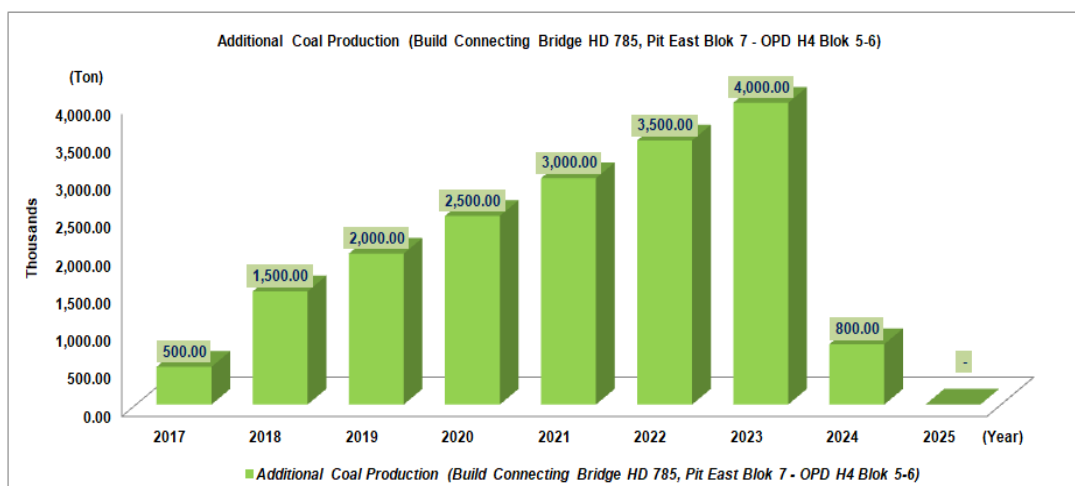
Gambar 17. Steel check result IWF 400x200x8x13



Gambar 18. Steel check result L 100x100x10

D. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil analisa struktur didapat bahwa desain Jembatan HD 785 yang menghubungkan Pit East Blok 7 dengan OPD H4 Blok 5-6, oke secara desain dan dapat mengakomodir aktivitas operasional produksi batu bara, dimana spesifikasi dan profil material yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - ❖ Mutu Baja : SM 490 (Fy : 345 Mpa), SS 400 (Fy : 235 Mpa)
 - ❖ Mutu Beton : K 350 (Fc' 30 Mpa)
 - ❖ Sambungan Las : E 70xx (Fu : 483 Mpa)
 - ❖ Sambungan Baut : Fup : 490 Mpa, Fuf : 840 Mpa
 - ❖ Steel Frame : Main Girder (IWF 2100x 350x28x30, IWF 1800x350x26x28), Wind Brace (L 100x100x10), Diafragma (IWF 400x200x8x13, UNP 100x50x5)
- Pembangunan Jembatan HD 785 sebagai solusi untuk mendukung aktivitas operasional tambang di Pit East Blok 7 Binungan Mine Operation 2 dapat memaksimalkan opportunity batu bara (coal getting) sebesar 17.8 M mt dan OB (over burden) 200 M Bcm. Berikut terlampir additional coal yang dapat di maksimalkan dalam aktivitas tambang pada Pit East Blok 7 dengan dibangun nya Jembatan HD 785 :



Gambar 26. Penambahan kapasitas produksi dengan pembangunan Jembatan HD 785

- Selain untuk memaksimalkan kapasitas produksi batu bara pada Pit East Blok 7, pembangunan Jembatan HD 785, yang menghubungkan Pit East Blok 7 dengan OPD H4 blok 5-6 juga memberikan impact pada jarak dumping material *over burden* (OB), dimana jarak dumping material yang sebelumnya dari sisi timur (Pit East) ke sisi barat (OPD West) sebesar 3.5 km, saat ini menjadi 2.5 – 3 km (Pit East – OPD H4).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterimakasih yang sebesar-besarnya kepada setiap pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pembangunan Jembatan HD 785 di Pit East Blok 7 Binungan Mine Operation 2 (BMO 2), PT Berau Coal. Sangat besar harapan kami dengan terbangun nya Jembatan HD 785 ini dapat memberikan kebermanfaatan yang sebesar-besarnya bagi aktivitas operasional PT Berau Coal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2009): *Specifications & application handbook, Edition 30*, Komatsu Inc.
- Anonim (2017): *Laporan perencanaan struktur girder*, PT. Maratama Cipta Mandiri.
- CHID Dept. (2017): *Capital Expenditure Approval : Connecting bridge construction for HD785 from Pit E Block 7 East to OPD H4 Block 5-6 BMO*, PT. Berau Coal.
- Brata, Edy E. (2018): *As Build Drawing : Pembangunan jembatan HD 785 Blok 5-6 BMO*, PT. Bornes Citra Nusa.
- Badan Standarisasi Nasional (2012): *SNI 1726 - 2012 : Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2016): *SNI 1725 - 2016 : Standar pembebanan untuk jembatan*, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2005): *RSNI T 03 - 2005 : Perencanaan struktur jembatan beton*, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2013): *SNI 2833 - 2013 : Gempa untuk jembatan*, Badan Standarisasi Nasional.