

PERANCANGAN FASILITAS JEMBATAN UNTUK MEMINDAHKAN MAIN DRIVE MOTOR CEMENT MILL

Moh Alex Hardiyanto Prasetyo¹; Sonki Prasetya¹ Essa Abubakar Wahid²

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta

2. Mechanical Engineer, PT. Holcim Indonesia Tuban Plant

[¹mohalexhardiyantop.holcim@gmail.com](mailto:mohalexhardiyantop.holcim@gmail.com)

Abstrak

Cement mill adalah peralatan yang berfungsi untuk menggiling bahan baku semen. Jenis cement mill yang digunakan PT Holcim Indonesia pabrik Tuban adalah Vertikal Roller mill produk dari Loesche. Material yang digiling di dalamnya adalah clinker, gipsum dan bahan tambahan (limestone filler, fly ash dan pozzolan). Material tersebut digiling diantara master roller dan rotary table hingga mencapai kehalusan yang telah ditentukan. Rotary table sendiri digerakkan oleh sebuah motor electric dengan power 5200 kW. Untuk menjaga kinerja dari cement mill, harus dilakukan perawatan berkala sehingga equipment selalu dalam kondisi prima. Salah satu upayanya adalah dengan melakukan overhaul. Pada overhaul cement mill PT Holcim Indonesia pabrik Tuban 2018 ini salah satu yang harus dilakukan yaitu mengganti main drive motor cement mill 561- MD1. Penggantian main drive dilakukan karena adanya indikasi cacat pada bearing NDE (Non Drive End) yang terdeteksi dengan nilai vibrasi senilai 19,5 m/s². Kendala utama dalam proses penggantian main drive ini yaitu sulitnya pemindahan dikarenakan beratnya sekitar 25 Ton, terbatasnya kondisi lapangan serta terbatasnya fasilitas pengangkatan. Oleh sebab itu, diperlukan alat bantu yang dapat memindahkan main drive cement mill 561- MD1 dari posisi awal hingga keluar dari bangunan, untuk kemudian akan di pindahkan dengan mobile crane. Sebuah desain jembatan yang kokoh untuk memfasilitasi keperluan tersebut ditunjang sistem yang knock down dan efektif merupakan tujuan dari studi ini.

Struktur dari fasilitas jembatan ini menggunakan H-beam sebagai kerangkanya. Sementara untuk mengidentifikasi karakteristik fisik, beban tumpuan dan material yang digunakan yaitu dengan menggunakan software solidworks sehingga dapat diperoleh tegangan dan deformasi serta batasan minimal dimensi yang masih dapat digunakan pada struktur penyangga jembatan dengan material mild steel. Konstruksi fasilitas jembatan ini dibuat agar pemindahan main drive motor cement mill dapat dilakukan dengan cepat, dan aman.

Kata kunci: main drive motor, Jembatan, H-beam, Solidworks

Abstract

Cement mill is an equipment that serves to grind cement raw materials. The type of cement mill used by PT Holcim Indonesia Tuban plant is Vertical Roller mill product from Loesche. Milled material are (IS) clinker, gypsum and additive (limestone filler, fly ash and pozzolan). The material ar (IS) milled between the master roller and rotary table until it reaches a predetermined smoothness. (THE) Rotary table itself is driven by an electric motor with 5200 kW power. To maintain the performance of the cement mill, maintenance must be done periodically so equipment is always in top condition. One of his efforts is to overhaul. In overhaul cement mill PT Holcim Indonesia Tuban plant 2018 is one that must be done is to replace the main drive motor cement mill 561- MD1. Main drive replacement is performed due to an indication of defects in NDE (Non Drive End) bearing detected with a vibration value of 19.5 m / s². The main constraint in the process of replacing the main drive is the difficulty of moving due to the weight of about 25 tons, limited field conditions and limited lifting facilities. Therefore, we need a tool that can move the main drive cement mill 561- MD1 from the initial position to the exit of the building, to then be moved with a mobile crane. A solid bridge design to facilitate these needs is supported by a knock down and effective system is the goal of this study.

The structure of this bridge facility uses H-beam as its structure. Meanwhile, to identify the physical characteristics, the load and material used solidworks software so that voltage and deformation can be obtained as well as the minimum dimensions that can still be used on the bridge buffer structure with mild steel material. Construction of this bridge facility moving the main drive motor cement mill can be done quickly, and safely.

Keywords: main drive motor, bridge, H-beam, Solidworks

1. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Cement Mill merupakan tempat penggilingan terakhir semen. Material yang digiling di dalam Cement Mill adalah clinker, gypsum dan additive (limestone filler, pozzolan dan Flyash). Proporsi dari ketiga bahan tersebut harus sesuai dengan standar dan jenis semen yang telah ditentukan[1]. Ada 2 jenis mill yang

digunakan pada pabrik semen, yaitu *Ball Mill* dan *Vertical Roller Mill. Cement Mill* di PT Holcim Indonesia Tbk, Tuban *Plant* menggunakan tipe *Vertical Rol*

Cement Mill di PT Holcim Indonesia Tbk, Tuban *Plant* merupakan produk dari *Loesche*. Tipe dari *mill* tersebut adalah LM56.3+3. LM 56.3+3 berarti *Loesche mill* tersebut memiliki diameter *table mill* sebesar 5,6 m, 3 *master roller* dan 3 *service/support roller*[2]. Prinsip kerja *vertical roller mill* adalah klinker digiling oleh 3 (tiga) buah *roller* diatas *rotating table* yang digerakkan oleh *main drive motor*. *Roller* ini menekan klinker dengan tekanan *hydraulic system* 60 – 80 bar. Material yang telah sesuai kehalusannya akan keluar dari *mill* bersamaan dengan aliran udara melalui *outlet fitting* pada *classifier*.” Gambar 1” merupakan *Vertical Roller Mill* produk dari *Loesche*.



Gambar 1. *Loesche Vertical roller mill*

Overhaul merupakan kegiatan rutin tahunan yang dilakukan PT Holcim Indonesia untuk melakukan perawatan pada mesin mesin produksi agar tetap dalam kondisi yang prima. Pada *overhaul* yang akan dilakukan pada tahun 2018 ini, salah satu hal yang harus dilakukan adalah mengganti *main drive cement mill 561- MD1* beratnya sekitar 25 ton dengan yang baru. Penggantian ini dikarenakan adanya indikasi cacat pada bearing NDE (Non-Drive End) senilai 19.5 m/s^2 dan juga karena *life time main drive* sudah 5 tahun. karena jadwal untuk *overhaul* yang hanya 7 hari[3]. Sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan re-kondisi, dan perbaikan *main drive motor cement mill*. Namun, dengan kondisi lapangan yang terbatas, baik akses maupun fasilitas pengangkatan (*lifting*), serta harus dilakukan dengan cepat menjadikan proses pemindahan ini sulit dilakukan.

Masalah tersebut sangat mengganggu dalam proses *overhaul* dan akan mengganggu proses produksi jika waktu *overhaul* mundur dari jadwal yang telah direncanakan. Untuk itu perlu adanya penyelesaian dari masalah tersebut yaitu dengan membuat sebuah alat bantu yang dapat memindahkan *main drive cement mill* keluar bangunan, yang nantinya akan di angkat dan dipindahkan ke tempat yang aman dengan *mobile crane*. Sehingga proses pemindahan *main drive motor cement mill* diharapkan menjadi cepat, dan aman.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penulisan dari karya tulis ini adalah:

1. Merancang suatu alat yang dapat memindahkan *main drive motor cement mill* dengan aman.

2. Perancangan produk mudah untuk diinstallasi dan re-installasi.
3. Untuk mempersingkat proses penggantian main *drive motor cement mill*.

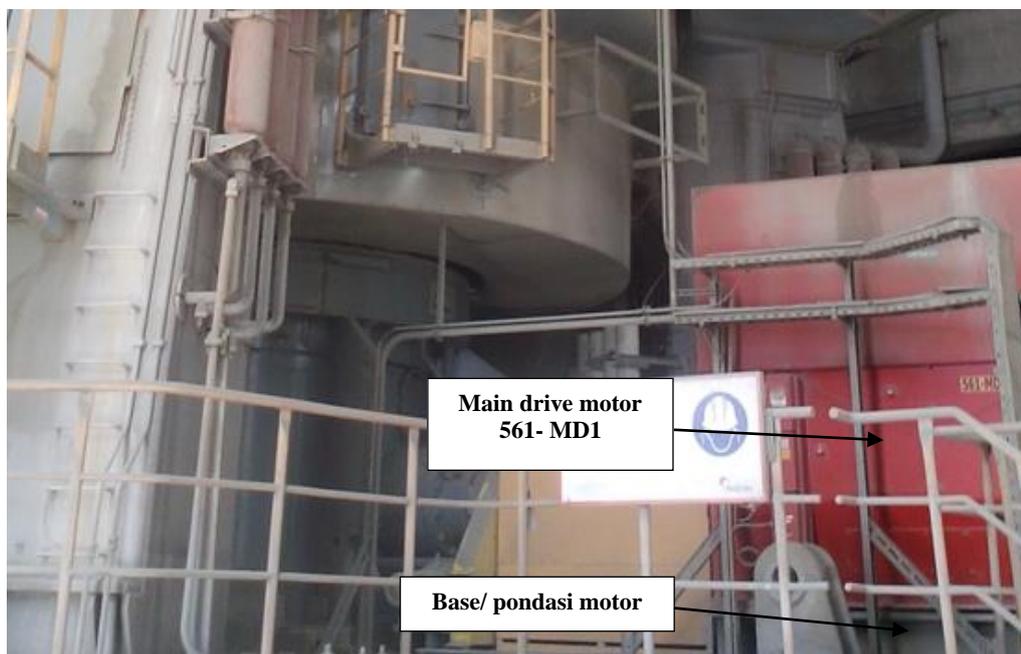
2. METODE PENELITIAN

1. Metode diskusi, yakni melakukan diskusi dengan pihak-pihak terkait mengenai permasalahan yang sedang terjadi. Pihak terkait yaitu *Engineer Maintenance*, karyawan *Electric Finish mill Maintenance Planner*, *Superintendent CBM (Condition Based Monitoring)* dan *Superintendent Workshop*.
2. Metode kepustakaan/ study literatur, mencari dan mempelajari informasi tentang gaya yang bekerja pada alat, kekuatan las lasan, kekuatan pada baut, dan pemilihan material yang didapatkan dari buku, internet, dan jurnal.
3. Metode observasi, yakni melakukan observasi pada alat dan lokasi alat di area *Finish Mill*, berupa pengukuran untuk mendukung dalam perancangan fasilitas jembatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan ini diperoleh melalui hasil diskusi dengan pihak *Electric*, *Maintenance*, dan *Workshop department*, dan observasi langsung dilapangan. Perancangan ini didasari karena sulitnya melakukan pemindahan *main dive motor cement mill 561- MD1* yang akan dilakukan pada saat *overhaul* dikarenakan akses dan lokasi yang terbatas, selain itu pemindahan *main drive motor* ini diharapkan dapat dilakukan dengan cepat (kurang dari 4 jam), karena banyak kegiatan dalam waktu bersamaan di area yang sama. Pemindahan *main drive motor* ini juga berpotensi bahaya, karena pekerja berpotensi tertimpa oleh motor. Berdasarkan spesifikasi *main drive motor cement mill* dari buku *induction motor H-compact PLUS* memiliki berat 23,23 [ton][4].



Gambar 2. *Main drive motor 561-MD1*

“Gambar 2” merupakan gambar *main drive motor 561-MD1*. Berdasarkan observasi yang dilakukan di area cement mill terdapat sebuah dudukan motor yang terbuat dari material H-beam 300 x 300 mengelilingi bagian bawahnya. Massa dari dudukan ini ± 1000 kg. sehingga massa total yang akan dipindahkan yaitu 24,23 Ton. Oleh karena itu hasil dari sebuah rancangan ini harus di susuaikan dengan kriteria konsep rancangan yang telah disusun berdasarkan kebutuhan konsumen sebagai berikut:

1. Desain dari rancangan harus Mencukupi ruang yang tersedia pada objek pemasangan.
2. Dapat menahan beban dari main drive motor.
3. Mudah dalam instalasi dan re-instalasi.

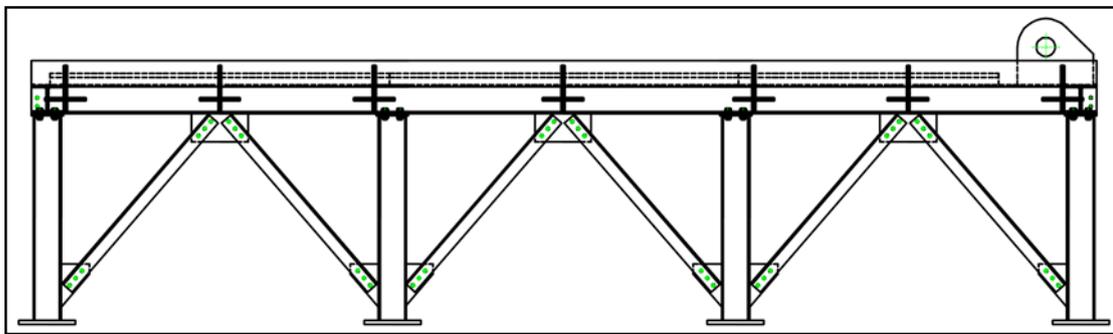
4. Komponen alat mudah didapat dan di fabrikasi.
5. Mudah dalam proses perawatan.
6. Harga terjangkau.
7. Dapat dipindahkan dengan cepat dan mudah.

3.2 Konsep desain

Berdasarkan data-data hasil observasi dan kriteria pemilihan desain, maka dibuatlah dua konsep desain fasilitas jembatan yang akan dibuat, yakni:

1. Konsep pertama

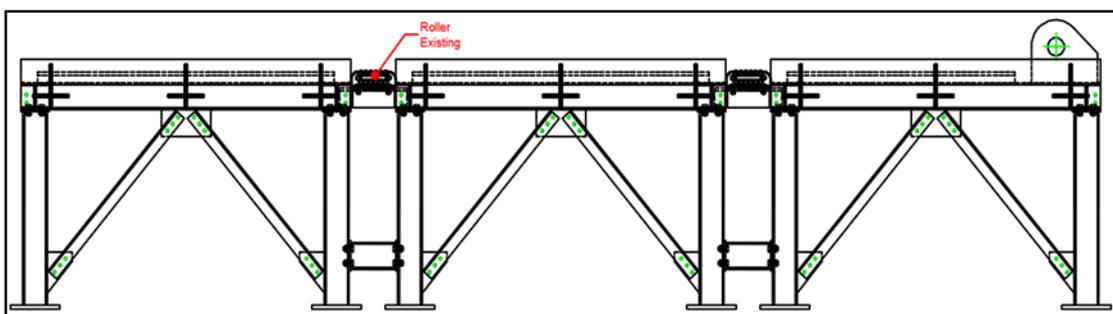
Gambar 3 merupakan desain pertama dengan menggunakan struktur H-beam sepanjang 6 meter sehingga material yang akan di gunakan menjadi lebih sedikit dan proses pengerjaan menjadi lebih cepat. Pada konsep ini, struktur dari jembatan terbuat dari material H-Beam sepanjang 6 meter, dengan kaki penyangga sebanyak 8 buah, dan penguat berupa *angle steel*. Kelemahan dari konsep ini yaitu jika ingin memindahkannya harus dengan cara membongkar keseluruhan, atau dengan menggunakan *mobile crane*, karena tidak memungkinkan dipindahkan menggunakan *fork lift* sehingga proses pemindahan menjadi lebih lama dan membutuhkan biaya yang lebih besar untuk penyewaan *mobile crane* ataupun tenaga pekerja.



Gambar 3. Konsep desain fasilitas jembatan pertama

2. Konsep kedua

Gambar 4 adalah desain kedua dengan menggunakan struktur H-beam yang dibuat menjadi 3 segmen. Setiap segmen akan dihubungkan dengan *support roller* dan H-beam pada bagian bawah kakinya sehingga mudah pada saat dibongkar dan dipasang hanya dengan melepaskan *support roller* dan H-beam saja untuk kemudian dipindahkan dengan menggunakan *fork lift*. Pada konsep ini, struktur dari jembatan terbuat dari material H-Beam sepanjang 2 meter sebanyak 3 pasang, kaki penyangga yang digunakan sebanyak 12 buah, dan penguat berupa *angle steel*. *Support roller* ini merupakan produk dari *Borkey* dengan kapasitas 400 kN. Terdapat 14 buah roller silinder yang terinstall pada *Support roller*. *Support roller* akan dipasang empat buah sebagai bantalan untuk mempermudah pemindahan *main drive motor*.



Gambar 4. Konsep desain fasilitas jembatan kedua

3.3 Rancangan Alat

Berdasarkan hasil kebutuhan konsumen diatas, maka dipilihlah model rancangan kedua dengan 3 segmen utama. Desain kedua dipilih karena mudah untuk dilakukan pemindahan tiap segmen menggunakan *fork lift* dengan melepas beberapa baut saja pada bagian penghubungnya. Setiap segmen akan dihubungkan oleh 2 buah H-beam dan 2 buah *support roller*, *Support roller* akan di install sejajar dengan *rail base* sebagai bantalan untuk mempermudah pemindahan main drive motor. “Gambar 5” adalah konstruksi dari perancangan jembatan untuk fasilitas pemindahan main drive cement mill.

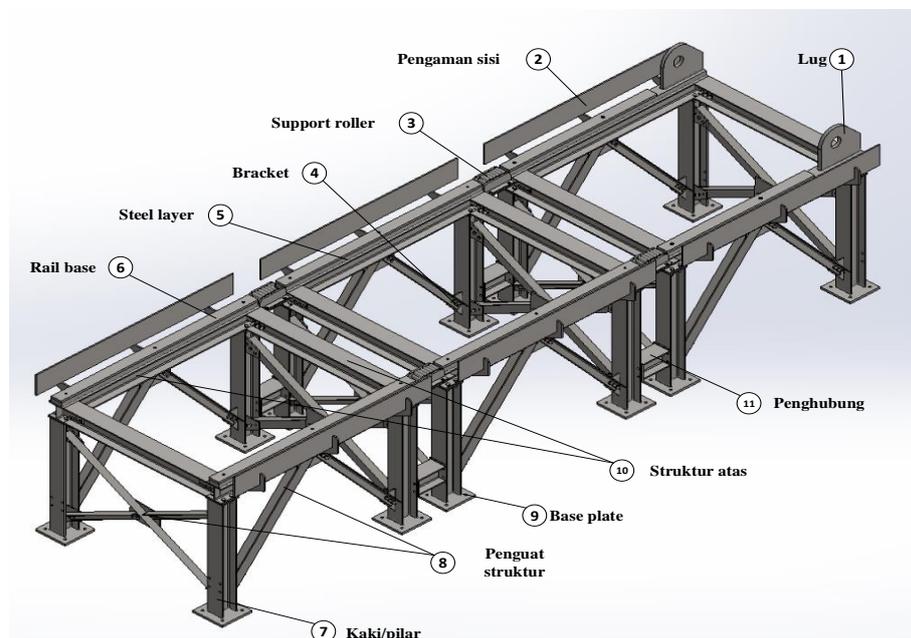
Rail base yang kontak secara langsung dengan kedudukan motor akan dibuat dengan menggunakan *Polytetrafluoroethylene (PTFE)/ Teflon sheet*. Teflon dipilih karena memiliki koefisien gesekan dengan *steel* sebesar 0,04.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan adalah sebagai berikut:

Berat beban	= 25.000 [kg]
Percepatan gravitasi	= 9, 81 [m/s ²]
F	= 25.000 [kg] x 9, 81 [m/s ²] = 245.250 [N]
Panjang motor	= 3500 [mm]
Lebar motor	= 1800 [mm]
Panjang jembatan	= 6000 [mm]
Lebar jembatan	= 2100 [mm]
Tinggi jembatan	= 1300 [mm]
Standard <i>H-beam</i>	= JIS G3101 SS400.
Standard <i>Angle Steel</i>	= JIS 3192
Tipe baut	=Baut grade 4.8 material carbon alloy steel, tensile strength 400 [N/mm ²]

(DIN EN ISO 4014).

Kawat las/ *electrode* = Elektroda R718



Gambar 5. Konstruksi fasilitas jembatan *motor cement mill*

3.4 Perhitungan Teknik

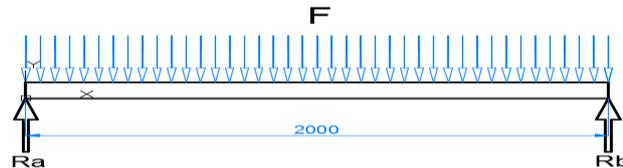
Main drive motor cement mill 561- MD1 akan dikeluarkan dari bangunan dengan alat bantu sebuah jembatan. Untuk perancangan alat ini perlu di perhatikan pemilihan material dari struktur agar konstruksi jembatan kuat menahan beban yang diterima.

3.3.1 analisa beban pada struktur

Main drive motor akan berkontak langsung dengan dua buah struktur horizontal dan beberapa buah pilar penyangga. Sehingga perlu dihitung dimensi material terhadap gaya-gaya yang bekerja pada setiap beam, yaitu *bending*/ bengkok dan *buckling*.

1. Tegangan *Bending*

Tegangan *bending* dalam konstruksi terjadi karena *beam* menumpu beban dari *main drive motor*. Perhitungan momen *bending* digunakan untuk menentukan ukuran *beam* yang diperlukan. "Gambar 6" merupakan *free body diagram* dari momen *bending* yang bekerja pada alat.



Gambar 6. Momen bending

PerhitunganTegangan *bending* menggunakan rumus berikut.

a. Menghitung nilai

momen *bending* untuk beban merata dan disupport di kedua ujungnya[5]:

$$M_b = \frac{F \times L}{8} \quad \text{[Persamaan 1]}$$

Keterangan:

- Mb = Momen *bending* [Nm]
- F = *Bending Force*/ gaya berat [N]
- L = Panjang lengan [m]

$$M_b = \frac{245.250 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}}{8}$$

$$M_b = 61.312,5 \text{ Nm}$$

b. Menghitung nilai momen *bending* yang diijinkan[5].

$$\sigma_{b \text{ allow}} = \frac{\sigma_{b \text{ max}}}{v} \quad \text{[Persamaan 2]}$$

Keterangan:

- $\sigma_{b, \text{allow}}$ = Tegangan *bending* yang diijinkan [N/mm^2]
- $\sigma_{b \text{ max}}$ = Tegangan *bending* maksimum [N/mm^2]
- v = *safety factor*

$$\sigma_{b \text{ allow}} = \frac{330 \text{ N/mm}^2}{2}$$

$$\sigma_{b \text{ allow}} = 165 \text{ N/mm}^2$$

c. Rumus untuk mencari *section modulus*

$$\sigma_{b \text{ allow}} = \frac{M_b}{W_b} \quad \text{[Persamaan 3]}$$

Keterangan:

- $\sigma_{b \text{ allow}}$ = Tegangan *bending* yang diijinkan [N/mm^2]
- Wb = *Section modulus*/ Momen tahanan *bending* [mm^3]

$$165 \frac{N}{mm^2} = \frac{61.312,5 \text{ Nm}}{W_b}$$

$$W_b = \frac{61.312,500 \text{ Nmm}}{165 \frac{N}{mm^2}}$$

$$W_b = 371.590,9091 \text{ mm}^3$$

Gaya berat dari *main drive motor* ditopang oleh 2 buah *beam* maka *section modulus*ya dibagi dengan 2.

$$Wb = \frac{371.590.9091 \text{ mm}^3}{2}$$

$$Wb = 185.795,4545 \text{ mm}^3$$

$$Wb = 185,7954 \text{ cm}^3$$

Selanjutnya, dari nilai *Wb*/ momen tahanan *bending*/ *section modulus* tersebut didapatkan material dengan *section modulus* > *Wb*, yaitu *H-beam* dengan ukuran 150 x 150 [mm].

2. Tegangan Buckling

Tegangan yang terjadi pada tiang/ pilar penyangga adalah tegangan *buckling*. Tegangan *buckling* terjadi karena adanya gaya berat dari *main drive motor* yang di tumpu oleh sejumlah tiang penyangga.

Untuk mencari nilai dari tegangan *buckling* yaitu[5].

$$F_{bu,allow} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_{bu}^2 \cdot v} \quad \text{[Persamaan4]}$$

Keterangan:

$$l = \text{length [cm]}$$

$$l_{bu} = \text{free buckling length [cm]}$$

$$I = \text{Moment of Inertia [cm}^4\text{]}$$

$$v = \text{safety factor}$$

$$E = \text{modulus of elasticity [kN/mm}^2\text{]}$$

$$F_{bu,allow} = \text{allowable buckling force [kN]}$$

Nilai dari *free buckling length* dibedakan berdasarkan penahan beam, *l_{bu}* dengan *load case IV* dapat dihitung dengan persamaan[5].

$$l_{bu} = 0,5 \cdot l \quad \text{[Pesamaan5]}$$

Nilai dari *moment of inertia* dapat dapat dicari di *table book* atau standard material yang telah didapatkan dari perhitungan tegangan *bending*.

$$F_{bu,allow} = \frac{\pi^2 \cdot 200 \text{ kN/mm}^2 \cdot 1640 \text{ cm}^4}{(55 \text{ cm})^2 \cdot 4}$$

$$F_{bu,allow} = \frac{\pi^2 \cdot 20000 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1640 \text{ cm}^4}{(65 \text{ cm})^2 \cdot 4}$$

$$F_{bu,allow} = \frac{323.723.024 \text{ kN.cm}^2}{16900 \text{ cm}^2}$$

$$F_{bu,allow} = 19.155,2085 \text{ kN}$$

Dapat disimpulkan bahwa nilai *buckling force* yang diijinkan lebih besar dari gaya yang diberikan oleh beban, sehingga dengan dimensi pilar penyangga sama dengan dimensi material struktur penyangga aman untuk digunakan.

3. Perhitungan dimensi baut berdasarkan tegangan geser [6].

$$P_s = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \tau \times n \quad \text{[Persamaan6]}$$

Keterangan:

P_s = Beban tegangan geser [N].

d_c = Diameter minor baut [mm].

τ = Tegangan geser material baut [N/mm²].

n = jumlah baut.

$$245.250 \text{ N} = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times 6$$

$$245.250 \text{ N} = 1884,95 \text{ N/mm}^2 \times d_c^2$$

$$245.250 \text{ N} = 1884,95 \text{ N/mm}^2 \times d_c^2$$

$$d_c^2 = \frac{245.250 \text{ N}}{1884,95 \text{ N/mm}^2}$$

$$d_c = 11,4 \text{ mm}$$

4. Mencari dimensi las-lasan *fillet* memanjang berdasarkan tegangan geser maksimum

$$\tau_g = \frac{m}{m+1} \times \sigma t \quad \text{[Persamaan7]}$$

$$m = \frac{1}{\mu} \quad \text{[Persamaan8]}$$

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad \text{[Persamaan9]}$$

$$A = t \times l \quad \text{[Persamaan10]}$$

Keterangan:

τ_g = Tegangan geser electrode [N/mm²].

σt = Tegangan Tarik electrode [N/mm²].

F = Gaya yang bekerja pada lasan [N]

A = tebal leher lasan (t) x panjang lasan (l) [mm²]

μ = *poisson ratio* (0,31 N/A) sesuai dengan jenis electrode yang digunakan.

$$\sigma t \text{ kawat Electroda 718} = 50 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} = 490.332 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Poisson ratio } (\mu) = 0.31 \frac{\text{N}}{\text{A}}$$

$$F = 122625 \text{ N}$$

$$\tau_g = \frac{m}{m+1} \times \sigma t$$

$$m = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0.31} = 3.225$$

$$\tau_g = \frac{m}{\frac{m}{F} + 1} \times \sigma t = \frac{3.225}{\frac{3.225}{490.332} + 1} \times 490.332 = 374.277 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_g = \frac{F}{A}$$

$$\tau_g = \frac{F}{(2l) \times t}$$

$$374.277 = \frac{122.625}{(2 \times 225) \times t}$$

$$t = \frac{122625}{450 \times 374.277} = 0.278 \text{ mm}$$

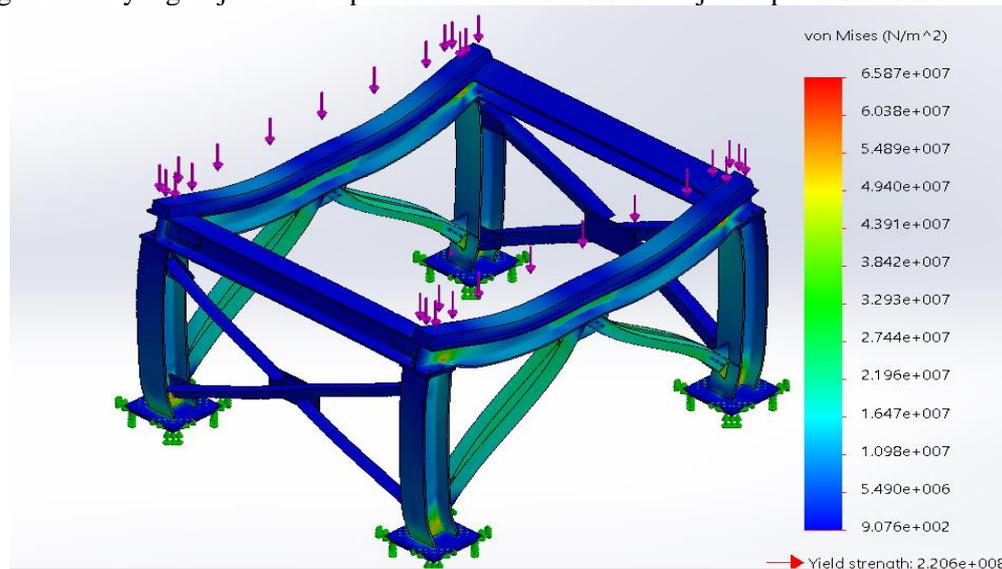
Dapat diketahui bahwa tebal lasan minimal untuk komponen *bracket* dengan menggunakan elektroda R718 harus memiliki ukuran lasan (t) yaitu sebesar 0.278 mm. Standard ketebalan las-lasan minimum untuk plat dengan ketebalan 10 mm adalah 6mm[6].

3.3.2 Hasil Analisa Kekuatan Dengan Perhitungan Simulasi *Software Solidworks*

Hasil yang diperoleh dari analisa statik menggunakan software solidworks pada struktur jembatan dengan diberi beban 122625 N sesuai dengan berat *main drive motor cement mill* adalah sebagai berikut :

- Tegangan lentur

Tegangan lentur yang terjadi akibat pembebanan dari motor ditunjukkan pada Gambar 7.

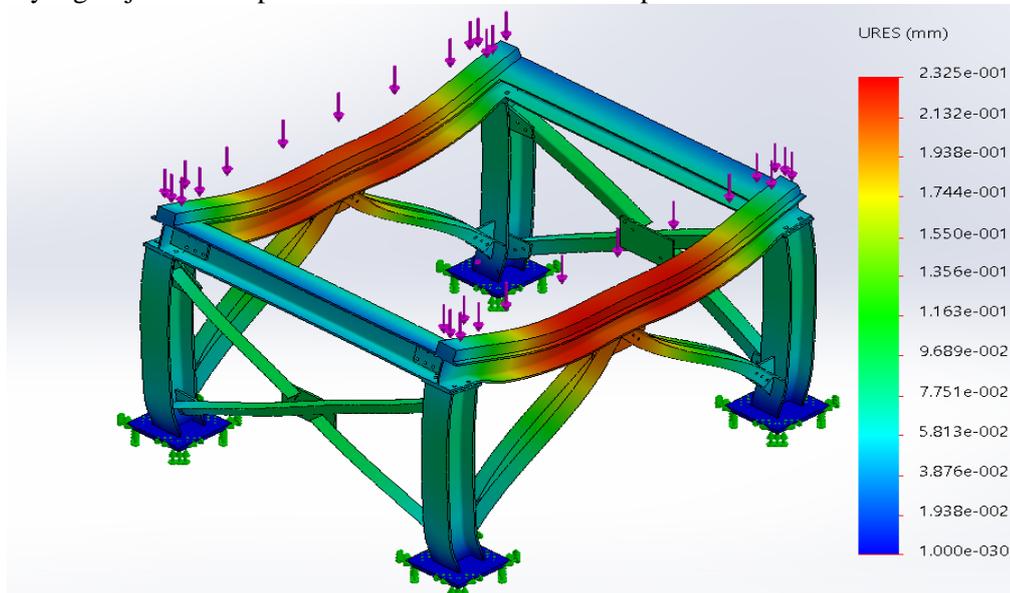


Gambar 7. Tegangan lentur yang terjadi pada struktur jembatan

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi akibat pembebanan dari motor yaitu untuk tegangan minimum sebesar 907.6 N/m² dan tegangan maksimumnya sebesar 65.780.000 N/m². Maka berdasarkan perbandingan *yield strength* dari material *mild steel* yang digunakan sebesar 220.594.000 N/m², dapat dipastikan struktur tersebut dapat menahan beban yang diberikan.

- Defleksi

Defleksi yang terjadi akibat pembebanan oleh motor terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. defleksi Yang Terjadi Pada struktur jembatan

Dengan adanya beban yang diberikan, maka hasil defleksi minimum sebesar 0 mm dan nilai defleksi maksimum sebesar 0.2325 mm.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan, Alat dapat menerima beban 25.000 kg yaitu dari *main drive motor* dan *base motor* dengan spesifikasi material H-beam 150 mm x 150 mm. dan defleksi maksimum sebesar 0.2325 mm
2. Dengan desain 3 segmen menjadikan pemindahan fasilitas jembatan menjadi mudah dengan menggunakan *fork lift*.
3. Untuk mempermudah penarikan motor di tambahkan material PTFE sheet (teflon) dan support roller pada bagian yang kontak langsung dengan dudukan motor.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada:

1. PT Holcim Indonesia Tbk yang telah menyediakan fasilitas selama pelaksanaan tugas akhir.
2. Bapak Sonki Prasetya, dan bapak Essa Abubakar, pembimbing dari Politeknik negeri Jakarta dan PT holcim Indonesia yang telah membantu dalam penyusunan laporan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. H. Duda, *Cement Data Book* Berlin Germany: Bauverlag Gmbh, 1998.
- [2] P. A. P. P. Ltd, "Process Flow Sheet," ed, 2012.
- [3] B. Cahyono, "561- MD1 " Observation report, March 2018.
- [4] SIEMENS, *Induction motor H-compact PLUS, Operating Instructions / Installation Instructions 08/2012*. 2012.
- [5] U. Fischer, M. Heinzler, F. Naher, and H. Paetzold, *Mechanical and Metal Trade Handbook*. Germany: VERLAG EUROPA LEHRMITTEL, 2006.
- [6] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia publishing house (PVT.) LTD, 2005.