

Perancangan dan Analisis Kekuatan Konstruksi *Portable Truck Scale* di PT Bukit Asam

Praja Dilla Atos*

Magister Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya,
Palembang, 30139
atosprajadilla@gmail.com
*Corresponding author

Hasan Basri

Magister Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya,
Palembang, 30139
hasan_basri@unsri.ac.id

Abstrak— Aktivitas penambangan batubara yang dinamis dan sangat cepat sekali mengalami perubahan penggalian batubara pada area front, membuat jarak angkut dump truck mulai dari area front menuju lokasi timbangan jembatan menjadi bertambah jauh. Timbangan jembatan yang digunakan saat ini adalah timbangan jembatan jenis permanent dengan kemampuan timbang maksimum 30 ton dan akan membutuhkan biaya yang cukup besar jika dilakukan pemindahan dan pembangunan kembali pada lokasi yang baru dan lebih dekat dengan area front. Untuk mempersingkat jarak angkut dump truck dari area front menuju lokasi timbangan jembatan maka bisakah jembatan timbang dibuat mampu mengakomodir perubahan jarak angkut dump truck mulai dari area front menuju jembatan timbang dengan kemampuan yang cukup flexible serta apakah konstruksi jembatan timbang yang dibangun aman serta layak digunakan untuk kegiatan operasional penambangan. Perancangan jembatan timbang yang flexible ini penulis sebut dengan *Portable Truck Scale*. Pemodelan menggunakan Metode Elemen Hingga dengan pembebanan sebesar $FA = 41.618,18$ N, $FB = 51.087,56$ N dan $FC = 26.203,35$ N ke arah sumbu Z, material yang digunakan ST52-3 dengan Massa Jenis 7,850 g/cm³, Yield Strength 345 Mpa, Tensile Strength 560 Mpa. Meshing sebesar 946.278 elements dan 1.728.745 nodes. Analisis konstruksi menggunakan software berbasis elemen hingga Inventor 2019. Hasil simulasi dapat ditarik kesimpulan bahwa Tegangan (von mises Stress) yang terbesar terjadi ke arah sumbu Z dengan nilai 184 MPa, Perpindahan (Displacement) yang terbesar terjadi ke arah vektor Z dengan nilai 7,98 mm.

Kata Kunci— Jembatan Timbang, Fem, Autodesk Inventor, Von Mises Stress, Displacement

I. PENDAHULUAN

PT Bukit Asam selalu berupaya untuk meningkatkan produksi batubara setiap tahunnya. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan meningkatkan kapasitas daya angkut dump truck dari 20 ton menjadi 30 ton. Untuk proses penambangan sendiri dilakukan oleh kontraktor penambangan di masing-masing wilayah penambangan. Dalam hal pembayaran kontraktor dihitung dari hasil timbang batubara yang diangkut dengan menggunakan dump truck dari area front ke area stockpile. Penimbangan hasil angkut batubara dilakukan dengan

menggunakan timbangan jembatan permanent. Di samping itu, aktifitas penambangan batubara yang dinamis dan sangat cepat sekali mengalami perubahan penggalian batubara pada area front, membuat jarak angkut dump truck mulai dari area front menuju lokasi timbangan jembatan menjadi bertambah jauh.

Timbangan jembatan yang digunakan saat ini adalah timbangan jembatan jenis permanent dengan kemampuan timbang maksimum 30 ton dan akan membutuhkan biaya yang cukup besar jika dilakukan pemindahan dan pembangunan kembali pada lokasi yang baru dan lebih dekat dengan area front. Di samping itu, upaya untuk meningkatkan kapasitas daya angkut dump truck menjadi 30 ton tidak mampu menggunakan timbangan jembatan permanent saat ini.

Sementara kegiatan operasional penambangan yang dituntut untuk tetap berproduksi dan akan menggunakan timbangan jembatan sebagai alat ukur hasil produksi dan pembayaran tarif kontraktor maka pemindahan atau pembangunan kembali timbangan jembatan yang ada harus dilakukan dengan waktu yang cukup singkat tanpa mengganggu produksi. Upaya untuk mempersingkat jarak angkut dump truck dari area front menuju lokasi timbangan jembatan maka dipandang perlu untuk membangun suatu unit timbangan jembatan yang cukup flexible terhadap perubahan area penggalian batubara dan handal digunakan sebagai alat ukur dan alat transaksional penambangan, serta dapat mengakomodir peningkatan produksi dengan menggunakan dump truck berdaya angkut 30 ton.

II. STUDI PUSTAKA

A. Jembatan Timbang

Jembatan timbang merupakan suatu alat yang terdiri dari beberapa komponen yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk mengukur massa suatu unit kendaraan ringan hingga kendaraan berat baik dalam kondisi tanpa muatan maupun bermuatan. Menurut J.L. Meriam dan L.G. Kraige dalam bukunya “Engineering Mechanics Statics Vol. I 15th Edition”, yaitu *Mass is a measure of the inertia of a body, which is its resistance to a change of velocity. Mass can also be thought of as the quantity of matter in a body. The mass of a body affects the gravitational attraction force between it and other bodies. This force appears in many applications in statics.* Untuk menjalankan fungsinya, seperangkat jembatan timbang secara umum terdiri dari beberapa

komponen utama antara lain: pondasi, platform dan instrument elektronik seperti load cell, weighing indicator, junction box.

Prinsip kerja jembatan timbang secara umum yaitu pada saat kendaraan masuk dan berada diatas platform, maka secara langsung load cell akan mendeteksi massa atau gaya tekan hasil reaksi pada tumpuan platform dan selanjutnya dirubah kedalam arus atau tegangan listrik, Arus atau tegangan listrik yang dihasilkan tidak selalu konstan dan cenderung berubah-ubah mengikuti perubahan yang terjadi pada kondisi kendaraan yang ditimbang. Selanjutnya arus atau tegangan listrik tersebut akan dikirim ke weighing indicator sehingga diproses pada analog digital hingga menjadi suatu nilai besaran timbangan atau angka digital hasil timbangan.

B. Software Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah salah satu produk perangkat lunak yang dikembangkan oleh suatu perusahaan yang berbasis di AS. Autodesk Inventor merupakan suatu program CAD (Computer Aided Design) dengan kemampuan permodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek prototype 3D secara visual, simulasi dan drafting beserta dokumentasi data-datanya (Ambrosius, L. 2008). Pada Autodesk Inventor, seorang desainer bisa membuat sketsa 2D produk, memodelkannya menjadi 3D untuk dilanjutkan dengan proses pembuatan prototype visual atau bahkan yang lebih kompleks lagi (Setyono, B., Mrihrenaningtyas, & Hamid, A., 2016), yaitu simulasi Autodesk Inventor memiliki beberapa kelebihan yang dapat memudahkan dalam desain serta tampilan yang lebih menarik dan riil, karena fasilitas material yang disediakan.

Beberapa kelebihan Autodesk Inventor diantaranya:

- a. Mempunyai kemampuan parametrik solid modeling, yaitu kemampuan untuk melakukan desain serta pengeditan dalam bentuk solid model dengan data yang telah tersimpan dalam database. Dengan kemampuan tersebut designer dapat melakukan revisi atau memodifikasi design yang ada tanpa harus mendesain ulang sebagian atau secara keseluruhan.
- b. Memiliki kemampuan animation, yaitu kemampuan untuk menganimasikan suatu file assembly sehingga dapat terlihat pergerakan atau motion suatu rangka konstruksi.
- c. Memiliki kemampuan automatic create technical 2D drawing serta bill of material dan tampilan shanding serta rendering pada layout.
- d. Perhitungan analisa tegangan (stress analysis) yang modul perhitungannya didukung dengan teknologi dari ANSYS.
- e. Adaptive yaitu kemampuan untuk menganalisis gesekan dari animasi suatu alat serta dapat menyesuaikan dengan sendirinya.
- f. Material atau bahan yang memberikan tampilan suatu part tampak lebih nyata.

C. Analisis Struktur pada Autodesk Inventor

Teknologi perangkat lunak di bidang engineering saat ini sangat jauh berkembang pesat dalam membantu proses penyelesaian analisa secara khusus dalam melakukan analisa suatu struktur. Melakukan analisa struktur dengan menggunakan Autodesk Inventor dapat menghasilkan suatu perhitungan struktur diantaranya stress atau tegangan yang terjadi pada suatu komponen, defleksi serta simulasi gerak yang memudahkan ahli mesin dalam menggambarkan atau mewujudkan suatu bentuk prototype digital dengan memberikan parameter simulasi kondisi pendekatan yang nyata sebelum dilakukan pembuatan wujud yang nyata (Asroni, 2015).

Salah satu pokok penting dalam melakukan analisa struktur menggunakan Autodesk Inventor adalah pembebanan dan pemilihan material yang tepat dan sesuai, karena hal ini sangat mempengaruhi hasil analisis. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang akurat maka harus dipastikan bahwa properti dari material yang kita gunakan benar-benar mewakili material yang akan digunakan secara aktual. Demikian pula restraints dan loads, kedua hal ini harus dapat menggambarkan kondisi aktual yang akan diterima oleh suatu struktur.

Stress Analysis pada Autodesk Inventor menggunakan linear static analysis berdasarkan Finite Element Methode (FEM), untuk menghitung stress (Waguespack, C., 2014). FEM merupakan suatu metode analisis yang terpercaya untuk desain teknik. Metode ini menggantikan masalah yang kompleks dengan beberapa masalah yang sederhana. Metode ini membagi model menjadi beberapa bagian kecil dengan bentuk sederhana yang disebut elemen. Setiap elemen dibagi lagi menjadi poin-poin yang disebut nodes. Metode analisis menggunakan FEM disebut Finite Element Analysis (FEA).

D. Teori Kekuatan Material (Strength of Material)

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur (Meriam, J.L., & Kraige, L.G., 2002). Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemilihan bahan. Suatu percobaan uji tarik pada spesimen tersebut dari tegangan akibat gaya tarik yang dikenakannya.

Beberapa sifat bahan yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan suatu material:

- a. Keuletan adalah sifat suatu bahan yang memungkinkan menyerap energi pada tegangan yang tinggi tanpa patah, yang biasanya diatas batas elastis.
- b. Elastisitas adalah sifat kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya setelah gaya luar dilepas. Sifat ini penting pada semua struktur yang mengalami beban yang berubah ubah.
- c. Kekakuan adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk. Ukuran kekakuan suatu bahan adalah modulus elastisitasnya, yang diperoleh dengan membagi

tegangan satuan dengan perubahan bentuk satuan-satuan yang disebabkan oleh tegangan tersebut.

- d. Kemampuan tempaan adalah sifat suatu bahan yang bentuknya bisa diubah dengan memberikan tegangan-tegangan tekan tanpa kerusakan.
- e. Kekuatan merupakan kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa kerusakan beberapa bahan seperti baja struktur, besi tempa, aluminium, dan tembaga, mempunyai kekuatan tarik dan tekan yang hampir sama, sementara kekuatan gesernya adalah kira-kira dua pertiga kekuatan tariknya.

E. Teori Kegagalan Struktur

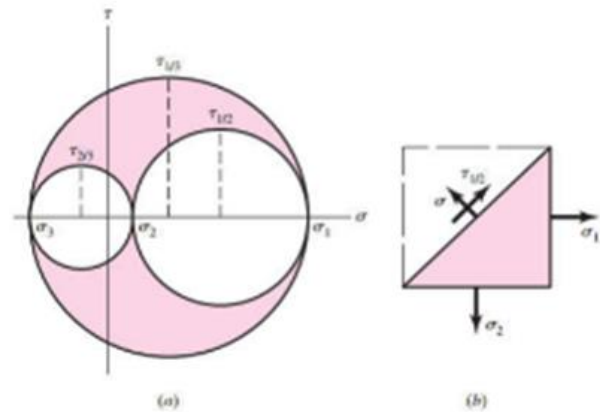
Dalam merancang sebuah mesin atau konstruksi baja, maka yang harus diperhatikan adalah mengetahui bagaimana keadaan material pada waktu bekerja. Untuk mengetahui hal tersebut, karakteristik tertentu atau properti dari material yang hendak diaplikasikan haruslah diketahui terlebih dahulu. Biasanya untuk mengetahui karakteristik material dapat diketahui dengan melakukan uji tarik (Tensile Test).

Pada uji tarik ini beban ditambahkan secara terus-menerus pada suatu material yang akan diteliti dan diketahui berapa besar beban dan elongasi yang terjadi pada material sampai material tersebut patah. Tegangan yang terjadi dihitung dengan membagi besar beban yang terjadi dengan cross-sectional area (luas penampang) dari material yang hendak di test. Besarnya elongasi atau regangan dapat diketahui dengan membagi perubahan panjang yang terjadi akibat penambahan beban dengan panjang mula-mula material. Nilai uji tarik yang didapatkan dapat menjadi salah satu parameter untuk mengetahui kegagalan suatu struktur (Schijve, J, 2001).

Secara keseluruhan jenis kegagalan pada material dapat terbentuk seperti fatigue, wear (keausan), korosi, fracture, impact dan lainnya. Kegagalan dapat terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu diakibatkan oleh beban statik dan beban mekanis, sehingga sering timbulnya tegangan akibat beban yang melebihi yield strength.

F. Teori Tegangan Geser Maksimum

Teori Tegangan Geser Maksimum atau Maximum Shear Stress Theory sering digunakan pada material yang bersifat ulet (Timoshenko, S., 1948). Besarnya nilai tegangan geser maksimum pada luluh (yield) adalah $\tau_{max} = S_y/2$. Dalam kondisi tegangan umum, tiga tegangan utama (three principal stresses) dapat ditentukan dan disusun sedemikian rupa sehingga $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$. Kemudian tegangan geser maksimum adalah $\tau_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ sebagaimana di ilustrasikan pada gambar 1.



Gambar 1. Lingkaran Mohr untuk tegangan tiga dimensi

G. Faktor-Faktor Rancangan

Pendekatan umum yang digunakan yaitu membandingkan beban yang diperbolehkan (allowable load) dengan beban yang terjadi akibat kerugian fungsi (loss of function) dalam memperoleh faktor rancangan (Budynas & Nisbett, 2011). Faktor tersebut kemudian disebut sebagai faktor keamanan (n). Faktor keamanan memiliki definisi yang sama dengan faktor rancangan, tetapi umumnya berbeda secara numerik.

Sehingga untuk memberikan batas keamanan dan untuk melindungi dari kegagalan yang disebabkan oleh hal yang tidak dapat diprediksi, tegangan yang diijinkan (allowable stress) harus lebih kecil dari tegangan yang menghasilkan kegagalan. Nilai tegangan untuk suatu bahan yang digunakan untuk menentukan tegangan aman disebut working stress (Dieter, 2000).

Rekomendasi umum untuk nilai faktor keamanan diberikan dalam tabel 1 (Oberg, Jones, Horton, & Ryffel, 2000):

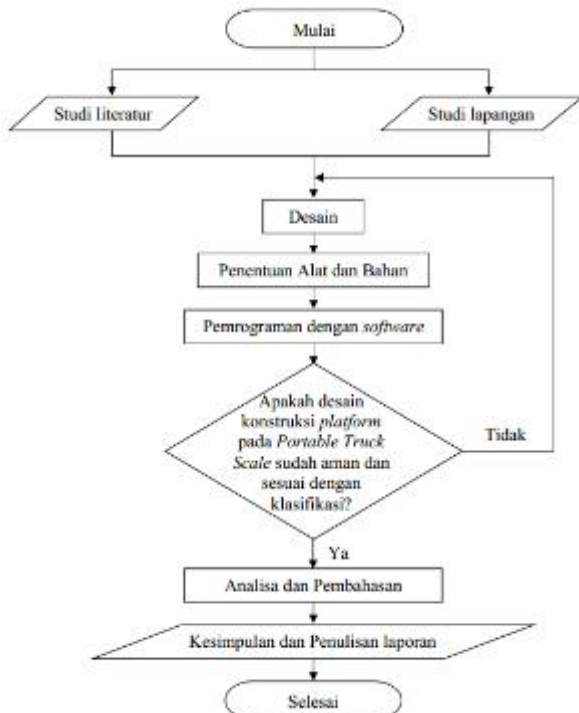
Tabel 1. Rekomendasi umum untuk factor keamanan

Faktor of Safety	Penggunaan
1,3 – 1,5	Untuk digunakan pada material yang sangat andal (highly reliable). Perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan.
1,5 – 2,0	Perancangan elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan
2,0 – 2,5	Untuk digunakan dengan bahan biasa di mana pemuatan dan kondisi lingkungan tidak parah. Tingkat kepercayaan rata-rata untuk semua data perancangan.
2,5 – 3,0	Untuk bahan yang belum diketahui jenisnya dan untuk bahan rapuh di mana pemuatan dan kondisi lingkungan tidak parah. Perancangan pada struktur statis atau pada elemen-elemen mesin yang menerima pembebanan dinamis dengan ketidakpastian mengenai beban, sifatsifat bahan, analisis tegangan atau lingkungan
3,0 – 4,0	Untuk aplikasi di mana sifat material tidak dapat diandalkan dan di mana pemuatan dan kondisi lingkungan tidak parah atau di mana material yang andal akan digunakan dalam kondisi pemuatan dan lingkungan yang sulit

III. METODOLOGI

A. Proses Penelitian Secara Umum

Secara umum proses penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

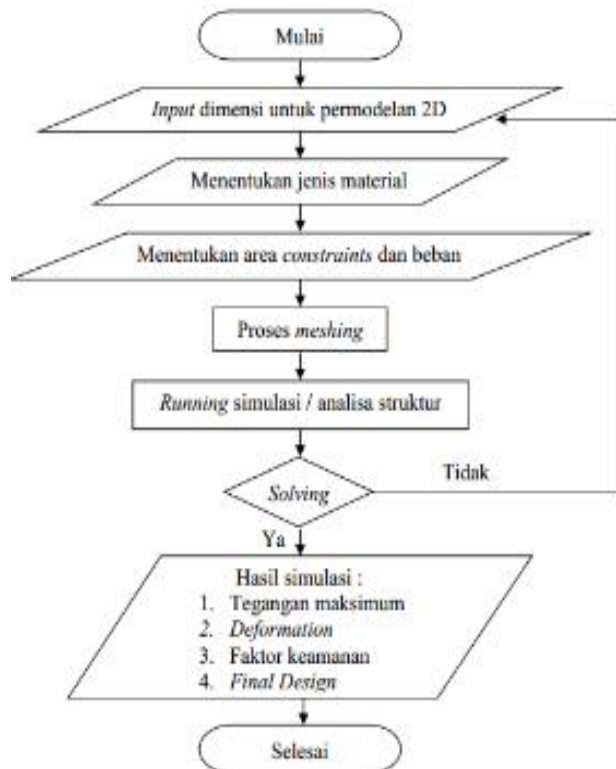


Gambar 2. Flowchart Proses Penelitian Secara Umum

B. Prosedur Penyelesaian Elemen Hingga

Prosedur ini menjelaskan tentang langkah-langkah dalam menjalankan simulasi agar mendapatkan nilai kekuatan struktur konstruksi platform pada portable truck scale sebagaimana terlihat pada gambar 3. Adapun langkah-langkah penyelesaiannya sebagaimana dijelaskan dibawah ini:

- Pre-Processing, pada langkah ini dijelaskan prosedur tentang permodelan geometri konstruksi platform pada portable truck scale, penentuan jenis material yang akan digunakan, penentuan constraint, prosedur melakukan meshing, hingga pemberian gaya-gaya atau titik pembebanan. Penjelasan lebih lanjut sebagaimana dijelaskan dibawah ini:
 - Permodelan Geometri Konstruksi Platform,
 - Memasukan Jenis Material,
 - Proses penentuan area constraints,
 - Penentuan Beban / Loads
 - Proses Meshing,
- Proses Running Simulasi, menjalankan fungsi analisis stress perangkat lunak berbasis elemen hingga dengan metode analisa statis.
- Post Processing, proses akhir dalam melakukan prosedur analisa menggunakan perangkat lunak elemen hingga. Dalam proses ini didapatkan hasil simulasi yang dilakukan berupa von misses stress, displacement dan safety factor.
 - Von Misses Stress
 - Displacement
 - Safety Factor



Gambar 3. Flowchart Proses Penyelesaian dengan Elemen Hingga

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi Konstruksi

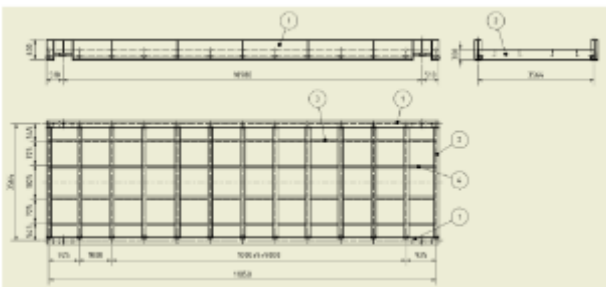
Untuk menentukan ukuran konstruksi yang akan dibuat dalam pembuatan sketsa secara 2D ini, mengacu kepada dimensi dump truck yang akan digunakan dalam hal ini yaitu Dump Truck Kamaz 6520 (6x4). Setelah selesai dilakukan sketsa secara 2D, selanjutnya dilakukan permodelan secara 3D dengan menggunakan fitur Design yang ada pada Autodesk Inventor.

B. Asumsi Profil Baja yang digunakan

Dalam membuat permodelan geometri secara 3D sebagaimana gambar 4, penulis mengasumsikan untuk menggunakan profil baja sebagaimana pada tabel 2.

Tabel 2. Daftar Profil Baja yang digunakan

No Item	Dimensi Profil Baja	Standar	Jenis Material
1	I-600x200x11	JIS G 3192 I-Shape	ST52-3
2	I-300x150x10	JIS G 3192 I-Shape	ST52-3
3	C-200x75x8,5	DIN 1026-1	ST52-3
4	C-200x75x8,5	DIN 1026-1	ST52-3



Gambar 4. Tampilan gambar 3D konstruksi platform

C. Proses penentuan area constraints

Konstruksi platform akan bertumpu pada suatu load-cell, dimana contact permukaan antara load-cell dengan area pada konstruksi platform akan menjadi area constraints sebagaimana ditampilkan pada gambar 5 dan gambar 6. Karena sistem perakitan antara konstruksi dengan tumpuannya menggunakan metode pembuatan, maka digunakan fixed constraints.



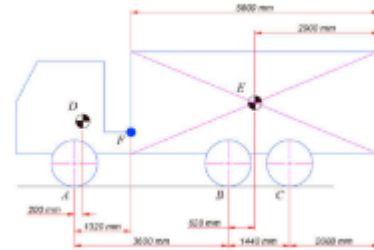
Gambar 5. Tampang samping area constraint



Gambar 6. Tampak depan area constraint

D. Penentuan Beban / Loads

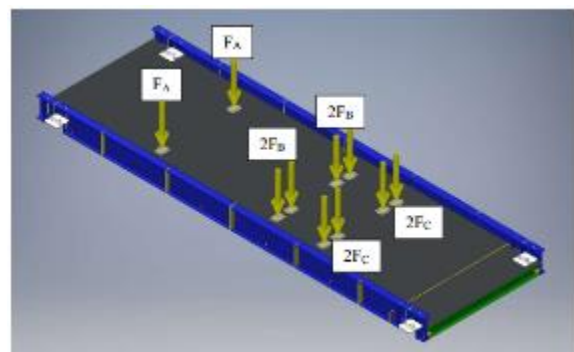
Beban konstruksi platform pada portable truck scale ini yaitu unit dump truck yang memiliki gross weight yaitu maksimum 40.000 kg. Sedangkan untuk distribusi beban tersalurkan pada masing-masing roda dump truck yang berjumlah sebanyak 10 Ea seperti terlihat pada gambar 8. Jika diketahui Center of Gravity dump truck berada pada jarak 5.429 mm dari depan truk, maka untuk distribusi pembebanan ditentukan sebagaimana dijelaskan pada gambar 7.



Gambar 7. Dimensi Umum Dump Truck

Keterangan (7)

- A = Roda depan berjumlah 2 (masing-masing 1 kiri dan kanan)
- B = Roda tengah berjumlah 4 (masing-masing 2 kiri dan kanan)
- C = Roda belakang berjumlah 4 (masing-masing 2 kiri dan kanan)
- D = Pusat massa / gravitasi dari kabin dump truck
- E = Pusat massa / gravitasi dari bak dump truck
- F = Asumsi untuk koneksi antara kabin dan bak truk yang terletak di titik F (yang ekuivalen dengan pin yang elastis tapi smooth)

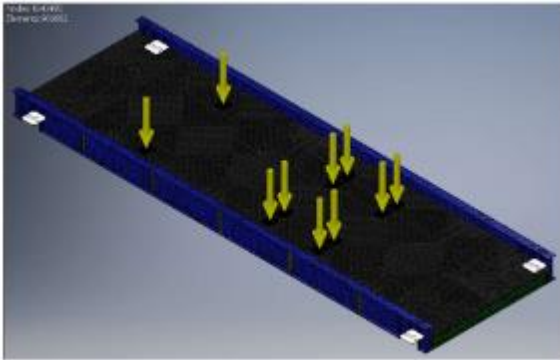


Gambar 8. Distribusi Beban FA, FB dan FC

Beban statik yang menimpa pada rangkaian struktur untuk konstruksi platform yaitu secara total sebesar 40 ton yang terdistribusi oleh masing-masing roda dengan besaran gaya $F_A = 41.618,18 \text{ N}$, $F_B = 51.087,56 \text{ N}$ dan $F_C = 26.203,35 \text{ N}$.

E. Proses Meshing

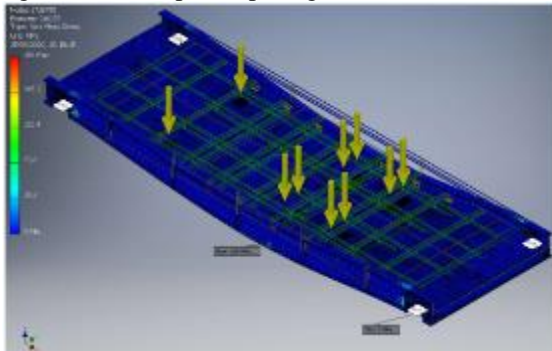
Pada proses ini konstruksi akan dijadikan 946.278 elements dan 1.728.745 nodes seperti terlihat pada gambar 9.



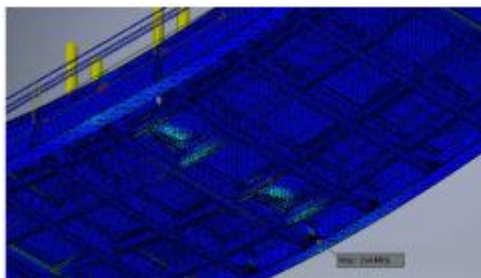
Gambar 9. Hasil Meshing

F. Hasil Von Mises Stress

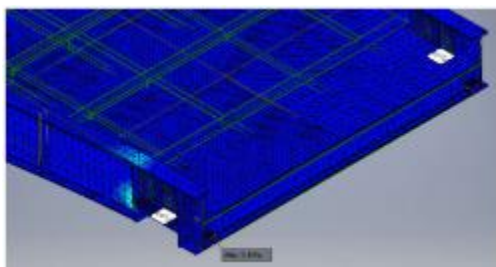
Nilai tegangan ekuivalen maksimum terjadi pada salah satu bagian tengah konstruksi sebesar 184 MPa sebagaimana dapat dilihat pada gambar 11, sedangkan tegangan ekuivalen minimum terjadi pada sebesar 0 MPa terjadi pada salah satu bagian tengah konstruksi sebagaimana ditampilkan pada gambar 12.



Gambar 10. Tampilan hasil von misses stress



Gambar 11. Tampilan hasil tegangan ekuivalen maksimum

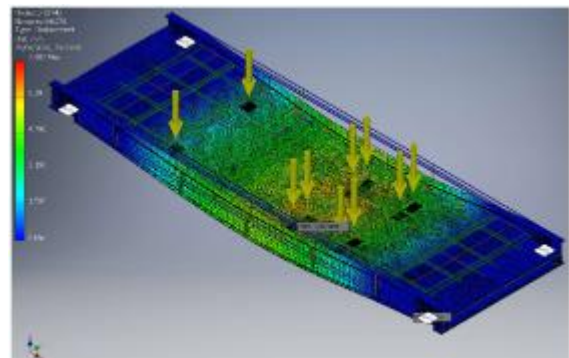


Gambar 12. Tampilan hasil tegangan ekuivalen minimum

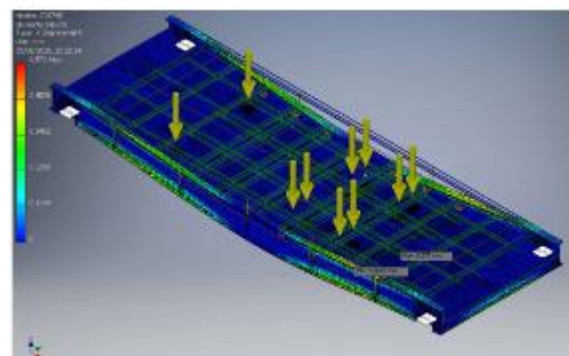
G. Hasil Displacement

Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa total deformation terbesar yaitu terdapat pada bagian tengah

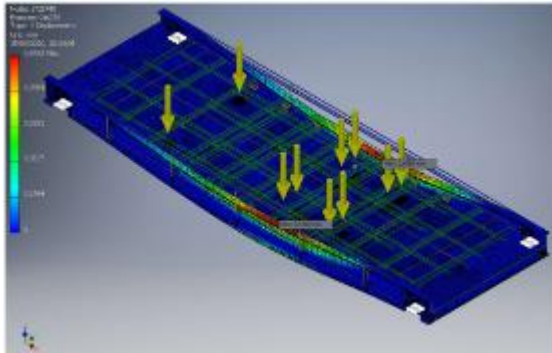
konstruksi platform sebesar 7,98 mm dan total deformation terkecil terdapat pada salah satu bagian dekat dengan area fix constraints sebesar 0 mm seperti terlihat pada gambar 13. Secara keseluruhan, nilai deformation dapat dirincikan kearah sumbu X, Y dan Z, kemudian komponen perpindahan ini dapat disebut directional deformation. Nilai deformation atau displacement terbesar hanya terjadi pada sumbu Z atau sumbu yang searah dengan gaya grafitasi. Dari hasil simulasi analisa stres yang dilakukan menunjukkan bahwa deformation pada sumbu X terbesar dan terkecil hanya terjadi pada bagian atas profil baja I-Beam yang dekat dengan posisi constraints dengan masing-masing nilai yaitu 0,572 mm dan 0,4643 mm sebagaimana terlihat pada gambar 14. Deformation pada arah sumbu Y terbesar dan terkecil terjadi pada konstruksi profil I-Beam dimana beban FB dan FC ditempatkan dengan masing-masing nilai deformation yaitu 0,8818 mm dan 0,8783 mm sebagaimana terlihat pada gambar 15. Sedangkan displacement arah sumbu Z atau searah dengan gaya grafitasi terbesar terjadi pada rangka bawah atau tempat dimana roda dump truck berada dalam kondisi diam dengan nilai deformation yaitu 7,987 mm, nilai deformation terkecil terjadi pada masing-masing ujung konstruksi dengan nilai deformation yaitu 0,439 mm sebagaimana terlihat pada gambar 16.



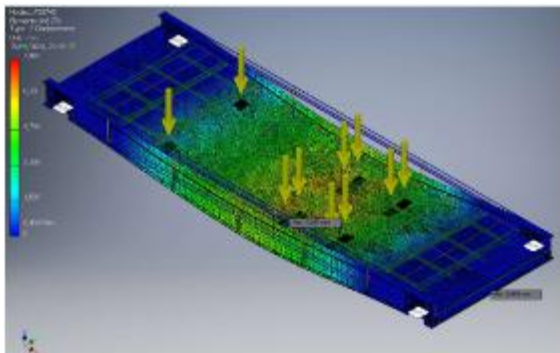
Gambar 13. Tampilan hasil deformation



Gambar 14. Tampilan deformasi pada arah X



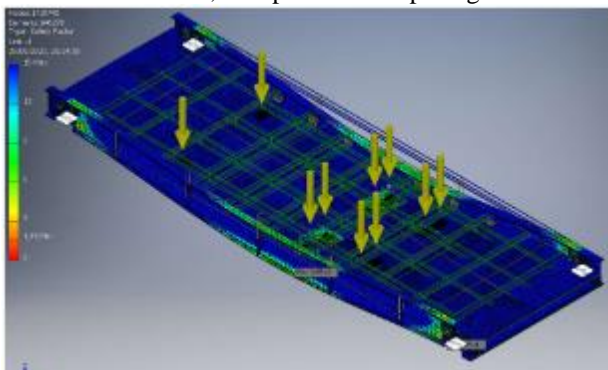
Gambar 15. Tampilan deformasi pada arah Y



Gambar 16. Tampilan deformasi arah Z

H. Safety Factor

Hasil dari simulasi ini menunjukkan bahwa nilai safety factor maksimum sebesar 15 dan nilai safety factor minimum sebesar 1,49 seperti terlihat pada gambar 17.



Gambar 17. Tampilan hasil safety factor

Dengan demikian, hasil analisa dan simulasi dapat direkapitulasi sebagaimana tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil simulasi

Hasil Simulasi	Gross Weight 40.000 kg	
		Maximum
Von mises	Maximum	184 MPa
	Minimum	0 MPa
Displacement	Maximum	7,98 mm
	Minimum	0 mm
Safety Factor	Maximum	15
	Minimum	1,49

V. KESIMPULAN

Sebagaimana dengan tujuan dari penelitian ini dibuat, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan geometri konstruksi jembatan timbang yang dimodelkan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor*, konstruksi tersebut dapat mengakomodir perubahan jarak angkut dump truck mulai dari area front menuju jembatan timbang dengan kemampuan yang cukup flexible. Disamping itu, berdasarkan hasil simulasi analisis konstruksi yang telah dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor 2019* dapat disimpulkan bahwa konstruksi aman dan layak untuk dibebani kendaraan dump truck dengan gross weight sebesar 40 ton.

Pada penelitian ini beberapa hal yang dapat penulis berikan saran yaitu upaya untuk mengetahui berapa life time dari konstruksi jembatan timbang, perlu dilakukan metode simulasi analisa konstruksi lanjutan secara dynamic analysis dengan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal. Kemudian perlu dilakukan uji coba lanjutan apakah konstruksi jembatan timbang dapat menggunakan jenis material atau jenis penampang profil baja lainnya guna memilih alternatif konstruksi yang lebih ekonomis. Dalam pelaksanaan simulasi lanjutan seperti dynamic analysis, sebaiknya perlu dihitung pengaruh vibrasi terhadap kelayakan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrosius, L. (2008). *AutoCAD 2009 & AutoCAD LT 2009 All in One Desk Reference for Dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Asroni. (2015). *Stress Analysis pada Stand Shock Absorbers Sepeda Motor dengan Menggunakan Software Inventor 2015*. TURBO ISSN 2301-6663 Vol.4 No.1.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Shigley's Mechanical Engineering Design (9th ed.)*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- George E. Dieter, J. (1961). *Metallurgy and Metallurgy Engineering Series*. USA: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Meriam, J. L., & Kraige, L. G. (2002). *Engineering Mechanics Static (fifth ed., Vol. 1)*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2000). *Machinery's Handbook (Vol. 26th Edition)*. New York: Industrial Press Inc.
- Schijve, J. (2001). *Fatigue of Structures and Materials*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Setyono, B., Mrihrenaningtyas, & Hamid, A. (2016). Perancangan dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid "Trisona" Menggunakan Software Autodesk Inventor. *Jurnal IPTEK* Vol. 20 No. 2 ISSN:1411-7010.
- Timoshenko, S. (1948). *Stength of Materials (II ed.)*. California: Lancaster Press, Inc.
- Waguespack, C. (2014). *Mastering Autodesk Inventor 2015 and Autodesk Inventor LT 2015*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.