

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR HOOK CRANE SWL 40 TON DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Solikin, ST MT¹, Ir. Anastas Rizaly, MT² and M. Mustaghfirin, ST³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Raya Sutorejo No.59, Dukuh Sutorejo, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60113
Email : Solikin@ft.um-surabaya.ac.id

Submitted Date: September 6, 2023

Reviewed Date: November 22, 2023

Revised Date: November 24, 2023

Accepted Date: November 26, 2023

Abstract

Hook Crane (hook) is a very important component of the crane, which functions as a means of attaching the load to the crane. The Hook Crane must not experience structural failure during lifting. Hook Cranes can experience structural failure, because the Hook Crane has entered its reject period. In ASME B30.10 1999, it is stated in detail the criteria for rejecting Hook Cranes. Conduct structural static analysis to determine the difference in response between a standard Hook Crane (Model A) and a Hook Crane that has met the reject criteria (Model B). Analysis using finite element software (ANSYS) to determine the value of Total Deformation, Equivalent (Von Mises) Stress, Fatigue Sensivity. The results of the comparison of the two Hook Crane models will be used as the basis for why the Hook Crane reject should not be used. Simulation results using finite element software. At 100% loading of SWL 40 tons. Total deformation value for Model A 0.68454 mm, Model B 0.8128 mm. Equivalent Value (Von Mises) Stress Model A 267.92 Mpa, Model B 301 Mpa. The Fatigue Sensitivity (Available Life) value for Model A is 20,000 lifts, Model B 9,000 lifts. The simulation results show that the standard Model A Hook Crane has a better value than the Model B Hook Crane which has entered the reject period. This shows that the reject criteria provided by ASME greatly influence the structural strength of the Hook Crane. The Model B Hook Crane has the potential to experience structural failure, because the results from the Equivalent (Von Mises) Stress simulation of 301 MPa far exceed the Yield Strength Material value of 240 MPa.

Keywords: Hook, Static Structure, Finite Element.

Abstrak

Hook Crane (kait) adalah komponen yang sangat penting pada crane, yang berfungsi sebagai alat mengaitkan beban ke crane. Hook Crane tidak boleh mengalami kegagalan struktur pada saat melakukan pengangkatan. Hook Crane dapat mengalami kegagalan struktur disebabkan Hook Crane sudah memasuki masa reject. Pada ASME B30.10 1999, disebutkan dengan detail kriteria reject pada Hook Crane. Melakukan analisis statik struktur untuk mengetahui perbedaan respon antara Hook Crane standard (Model A) dan Hook Crane yang sudah memasuki kriteria *reject* (Model B) . Analisis menggunakan bantuan software elemen hingga (ANSYS) untuk mengetahui nilai Total Deformation, Equivalent (Von Mises) Stress, Fatigue Sensivity. Hasil perbandingan dua model Hook Crane akan digunakan sebagai dasar bahwa kenapa Hook Crane tidak layak tidak boleh digunakan. Hasil simulasi menggunakan software elemen hingga. Pada pembebanan 100% dari SWL 40 ton. Nilai Total *deformation* Model A 0.68454 mm, Model B 0.8128 mm. Nilai Equivalent (Von Mises) Stress Model A 267.92 Mpa, Model B 301 Mpa. Nilai *Fatigue Sensivity (Avalaible Life)* Model A 20,000 kali pengangkatan, Model B 9,000 kali pengangkatan. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa Model A Hook Crane yang masih standard memiliki nilai yang lebih baik dari Hook Crane Model B yang sudah memasuki masa reject. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria reject yang diberikan oleh ASME sangat mempengaruhi dari kekuatan struktur dari Hook Crane. Hook Crane Model B sangat berpotensi untuk mengalami kegagalan struktur, karena hasil dari simulasi *Equivalent (Von Mises) Stress* sebesar 301 Mpa jauh melebihi dari nilai *Yield Strength Material* yaitu 240 Mpa.

Kata Kunci : Kait (Hook), Statik Struktur, Elemen Hingga.

I. Pendahuluan

Salah satu alat berat (*heavy equipment*) yang digunakan untuk mengangkat beban secara *vertical* adalah *crane*. *Crane* mempunyai banyak jenis dan penggunaan yang berbeda. *crane* tidak hanya digunakan pada *industry manufacture* saja, ada beberapa bidang pekerjaan yang juga menggunakannya.

Melihat begitu pentingnya peran *crane* dalam berbagai bidang pekerjaan sebagai alat angkat, maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan terhadap *crane* itu sendiri guna meningkatkan kapasitas dan efektifitas dari kinerja *crane*. Selain pengembangan kapasitas dan efisiensi dari *crane*, juga tidak kalah penting untuk diperhatikan adalah *safety factor* dan *lifetime* setiap *equipment* dari *crane* agar dapat menghindari *fatality accident* pada saat penggunaan *crane*. Mengingat beban yang diangkat *crane* sangat besar dan memiliki potensi bahaya yang sangat tinggi bagi operator dan dapat merusak barang yang diangkat jika terjatuh akibat kegagalan *structure* dari *crane*.

Untuk itu sangatlah penting untuk mengetahui *fatigue sensifity*, *deformation*, *equivalent von mises* dari sebuah *equipment* yang sudah masuk pada kriteria *reject*. Badan standarisasi International seperti ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) hanya memberikan informasi kriteria *reject* tanpa menampilkan data tentang *fatigue sensifity*, *deformasi*, *equivalent von mises*. Di dunia *insustry*, *crane* yang banyak digunakan adalah *overhead crane*. *Overhead crane* sendiri mempunyai beberapa bagian diantaranya adalah *girder*, *endcarigge*, *hoist drum*, dan *buttom block*. Dalam *buttom block* ada pengait yang dinamakan *hook crane*. Bagian *crane* yang sangat penting dan harus mendapat perhatian adalah *hook crane*, karena jika *hook crane* mengalami kerusakan pada saat digunakan maka dapat mengakibatkan *fatality accident*. Oleh karena itu informasi tentang *fatigue sensifity*, *deformasi*, dan *equivalent von*

mises dari *Hook Crane* sangat penting guna meminimalisir *fatality accident*. Badan standarisasi dari amerika yaitu ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) telah menetapkan standar untuk *Hook Crane*. ASME B30.10-1999 menyatakan “*Any wear exceeding 10% (or as recommended by the manufacturer) of the original section dimension of the hook or its load pin*”. Dari standar ASME tersebut akan disimulasikan dengan metode elemen hingga, untuk mengetahui nilai *fatigue sensifity*, *deformasi*, *equivalent von mises* dari *Hook Crane* sebelum dan sesudah masuk pada kriteria *reject*.

Merujuk dari permasalahan di atas maka akan dilakukan simulasi menggunakan metode elemen hingga atau FEM untuk mendapatkan nilai *fatigue sensifity*, *equivalent stress von misses* dengan bantuan *software ANSYS Workbench*. Dipilihnya perhitungan menggunakan komputer ini untuk mendapatkan hasil yang lebih cepat dan murah. Perhitungan akan dilakukan pada dua model yang masing – masing adalah *hook crane standard* pabrikan dan yang kedua adalah *Hook Crane* yang sudah memasuki masa *reject* sesuai dari rekomendasi ASME. Pemodelan akan menggunakan *Software Solidwork* dari *Dessault System*.

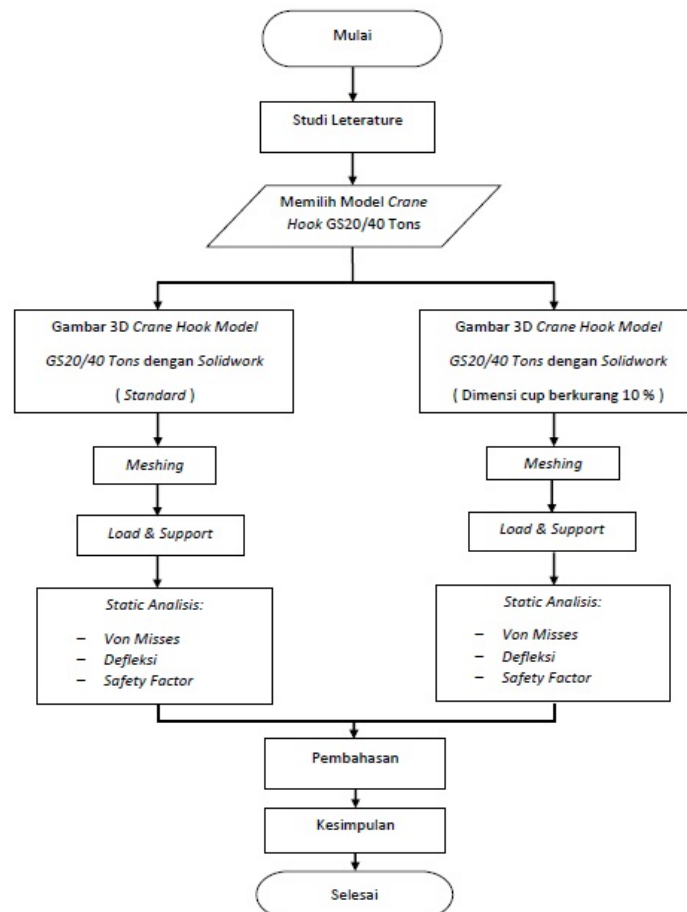
II. Metode Penelitian

Pada Penelitian kali ini akan menggunakan Metode Elemen Hingga, dengan menggunakan bantuan *software* dalam pelaksanaannya. Ada beberapa *software* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah *Solid work* sebagai *software* yang digunakan untuk membuat model 3D dari objek yang akan dilakukan penelitian. Dan *software ANSYS* yang akan digunakan sebagai *software FEA*.

Dalam penelitian ini menggunakan *Hook Crane type GS 20/40 tons* dengan *material DIN class P, fine-grained carbon steel. St-E355/St-E420, similar to ASTM A573 Gr. 65*. Yang akan ditekankan dalam penelitian ini adalah berapa persen

kekuatan angkat maksimum dari *SWL* yang telah ditentukan, serta bagaimana respon dari *Hook Crane* apabila mendapat beban dari *SWL* yang telah ditentukan. Dan juga akan di simulasikan apa yang akan terjadi apabila cup pada *Hook Crane* berkurang 10% dari standarnya. Akan dilihat bagai mana respon dari *Hook Crane*.

Dalam penelitian ini akan dilihat *displacement*, *stresses* dan *safety factor* pada *design* *Hook Crane* *GS20/40tons*. Semua analisis akan dilakukan dengan menggunakan *software ANSYS Workbench 16*. Dengan beban terpusat pada *cup Hook Crane*



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah *Hook Crane*. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis *hook crane* jenis kait tunggal. Jenis *hook crane* kait tunggal adalah jenis yang paling sering digunakan pada *industry*. Dalam penelitian kali ini *hook crane* yang akan dianalisis adalah *hook crane* yang memiliki *SWL* maksimum 40 tons.

Dalam penelitian ini akan digunakan model *Hook Crane* dari *MILLER SINGLE HOOKS DIN 15401* dengan tipe *GS 20*

SWL 40 tons. Material *DIN class P, fine-grained carbon steel. St-E355/St-E420, similar to ASTM A573 Gr. 65*.

Material properties adalah data yang akan di masukkan dalam system sebagai salah satu parameter untuk melakukan simulasi dengan menggunakan *ansys*. *Material propertis* digunakan untuk memberi informasi tentang kekuatan material dan sifat – sifat material *DIN class P, fine-grained carbon steel. St-E355/St-E420, similar to ASTM A573 Gr. 65*.

Material properties dapat dilihat dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Material Propertise

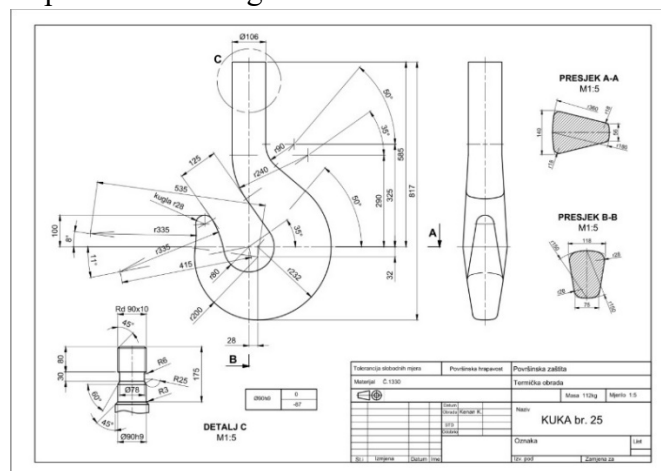
Physical Properties	Metric	English
Density	7.80 g/cc	0.282 lb/in ³

Pada simulasi ini *hook crane* akan diberikan 5 *variable* pembebanan yaitu (50%, 75%, 100%, 125%, 150%) pembebanan untuk mengetahui nilai dari *equivalent (von mises) stress*, dan *total deformation*, sedangkan untuk pengujian *fatigue sensivity hook crane* akan diberikan beban maksimum dari *SWL* yaitu 40 ton.

Pemodelan dalam penelitian ini menggunakan *software Solidwork*. Pemodelan *Hook Crane GS20/40 tons* dilakukan 2 macam yaitu pemodelan dalam keadaan *standard* dan pemodelan dengan

cup yang berkurang 10% dari *standard*. Pemodelan dibuat berdasarkan *drawing* yang didapat dari katalog *Hook Crane model GS40/40 Tons*. Berikut adalah *drawing* dari *Hook Crane Model GS20/40 Tons*.

Berdasarkan *drawing* di atas akan di buat dua buah model yang pertama sesuai dengan *drawing* di atas. Yang kedua akan dibuat *cup holder* akan berkurang 10% dari *standard*. Berikut langkah permodelan 3D *Hook Crane*.

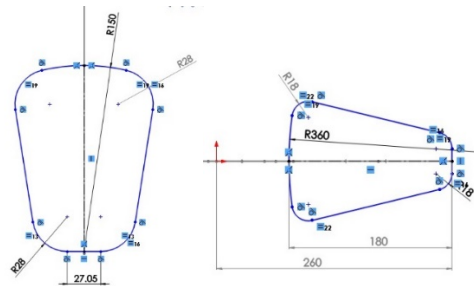


Gambar 3. *Drawing Hook Crane Model GS20/40 tons*.

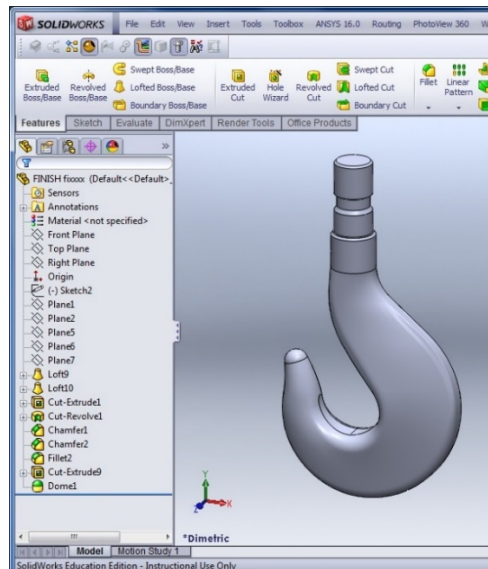
2.1 Pemodelan *Geometry Standard (Model A)* dengan *Solid work*.

Pemodelan *Hook Crane* yang pertama dibuat sesuai dengan dimensi *standard* tanpa mengurangi dimensi *holder cup*. Berikut adalah dimensi dari *Hook Crane*.

Setelah dilakukan *sketch* di *Solidwork* selanjutnya dilakukan pemodelan 3D pada *sketch* yang telah dibuat. Berikut adalah hasil dari pemodelan 3D *Hook Crane*.



Gambar 4. *Sketch Gambar Hook Crane Standard*

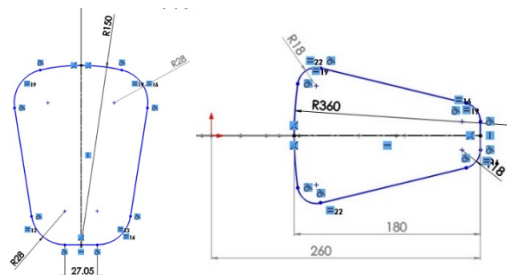


Gambar 5. *Pemodelan 3D Hook Crane Standard.*

Langkah – langkah pemodelan 3D dapat dilihat dalam kolom *Feature Manager Design Tree* yang terletak di kolom sebelah kiri dari model.

2.2 Pemodelan *Geometry Cup Berkurang 10% (Model B)* Solidwork.

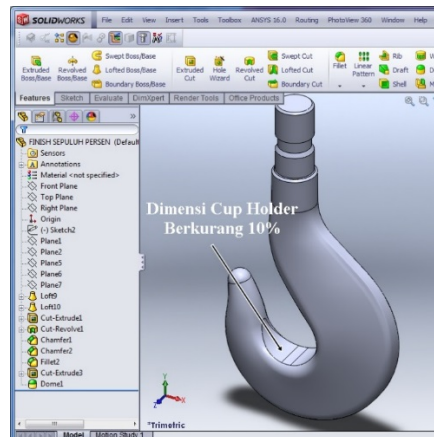
Pemodelan *Hook Crane* yang kedua hampir sama dengan pemodelan pertama. Langkah pertama membuat *sketch* dengan dimensi sesuai *drawing*.



Gambar 6. *Sketch Gambar Hook Crane Model B.*

Sketch dibuat sama dengan pemodelan pertama karena pengurang dimensi cup holder akan dilakukan pada

saat pemodelan 3D. Berikut ada pemodelan 3D dengan mengurangi 10 % dimensi dari *cup holder*.



Gambar 7. Pemodelan 3D Hook Crane Cup Holder Berkurang 10%.

2.3 Simulasi dengan ANSYS

Simulasi menggunakan *software ANSYS Workbench 16*. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis *Static Structure*. Untuk melakukan analisis *Static Structure* ada beberapa langkah yang harus dilakukan

diantaranya adalah *Input Engineering Data*, Pemodelan *Geometry*, Menentukan Model analisis, *Solution*. Berikut adalah langkah memasukan *material properties* pada *engineering data*.

Properties of Outline Row 3: Structural Steel			
	A	B	C
1	Property	Value	Unit
2	Density	7850	kg m ⁻³
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
16	Alternating Stress Mean Stress	Tabular	
20	Strain-Life Parameters		
28	Tensile Yield Strength	2.5E+08	Pa
29	Compressive Yield Strength	2.5E+08	Pa

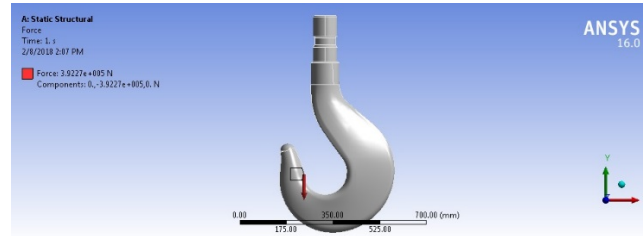
Gambar 8. Input Engineering Data

Pada proses pembebanan, beban atau *force* dikenakan pada *cup holder* dari *Hook Crane* dengan *direction*. Untuk melakukan pembebanan klik kanan pada *static structure* dan pilih *force*,

selanjutnya *input* besaran dan *direction* dari *force*. Berikut adalah hasil dari pembebanan.

Details of "Force"	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	3 Faces
Definition	
Type	Force
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System
<input type="checkbox"/> X Component	0. N (ramped)
<input type="checkbox"/> Y Component	-3.9227e+005 N (ramped)
<input type="checkbox"/> Z Component	0. N (ramped)
Suppressed	No

Gambar 9. Besar Pembebanan dan *Direction*

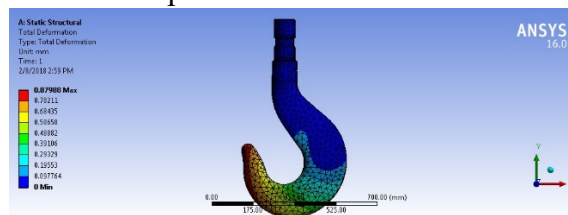


Gambar 10. Pembebanan *Hook Crane*

Dalam proses *solution* akan dilakukan proses perhitungan analisis. Dan akan ditambahkan jenis analisis dari *geometry Hook Crane*. Dalam penelitian kali ini akan di hitung *Deformasi Total*, *Equivalent stress*, dan yang terakhir adalah *fatigue analysis*.

Total Deformation, analisis ini bertujuan untuk mengetahui berapa

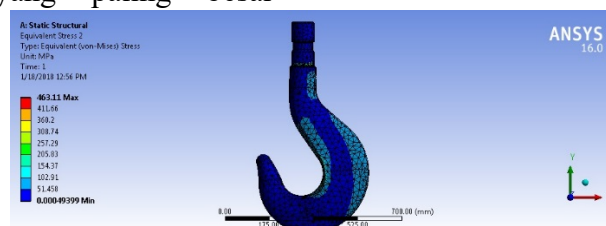
deformasi yang dialami *Hook Crane* ketika mendapatkan beban maksimum dari *swl* yang telah ditetapkan. Hasil analisis ini akan di bandingkan dengan *Hook Crane* yang memiliki dimensi *standard* dan *Hook Crane* yang berkurang 10% pada *cup holdernya*. Berikut adalah hasil dari analisis *Total Deformation*.



Gambar 11. Hasil Analisis *Total Deformation*

Equivalent (Von Mises) Stress, akan di ketahui berapa tegangan yang dialami oleh *Hook Crane* ketika mendapat pembebanan maksimum. Dan akan diketahui bagian yang paling besar

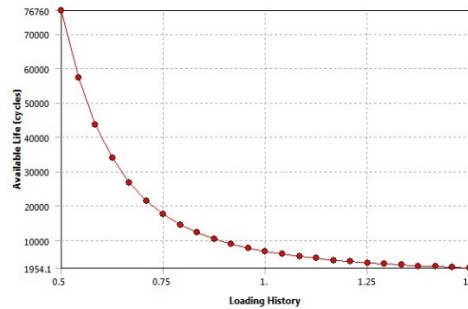
mengalami stress dan besaran dari *stress* tersebut. Berikut adalah hasil dari analisis *stress von mises*.



Gambar 12. Hasil Analisis *Stress Von Mises*

Fatigue Tool digunakan untuk menghasilkan analisis tentang *safety factor*, *Damage*, *Life*, *Fatigue Sensivity*. Yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui

berapa umur kelayakan dari *Hook Crane*. Berikut adalah contoh tabeh *Fatigue Sensitivity*



Gambar 13. Grafik *Fatigue Sensitivity*

III. Hasil Dan Pembahasan

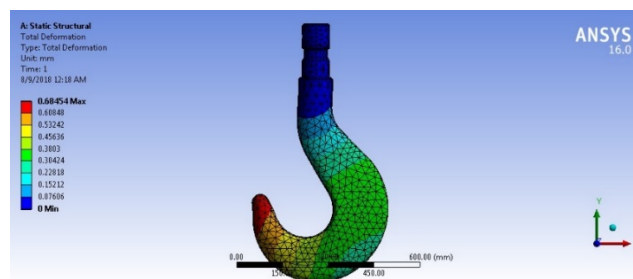
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui reaksi *Hook Crane* standard (Model A) dan *Hook Crane Reject* (Model B) dengan 5 *variable* pembebanan 50%, 75%, 100%, 125%, 150% dari SWL (*Safe working Load*) 40 ton. Dan dari penelitian ini akan diketahui nilai *Total Deformation*, *Equivalent (Von mises) stress*, *Fatigue Sensivity*. Masing – masing data simulasi yang didapat akan dibandingkan untuk mengetahui perbedaan nilai dari kedua model *Hook Crane*. Sebagai data pembanding juga akan dilakukan simulasi *Hook Crane* dari fabrikasi lain yaitu *CM Hook Crane*. Data pembanding ini akan digunakan sebagai validasi hasil simulasi dari *Hook Crane standard* (Model A).

Berikut adalah hasil penelitian dari masing – masing model, dan kemudian

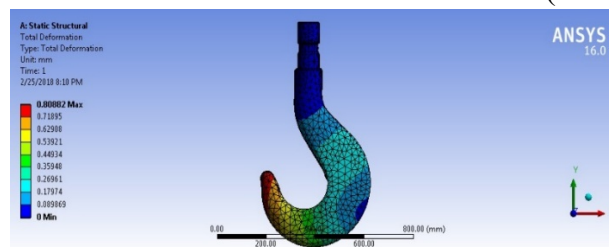
akan dibandingkan untuk mengetahui perbedaan hasil dari setiap model.

1. Total Deformation

Total Deformation adalah analisis untuk mengetahui *defleksi* ketika *Hook Crane* mengalami pembebanan yang telah ditentukan. Pada gambar di bawah ini diperlihatkan hasil dari simulasi *Total Deformation* dari masing – masing model. Warna pada gambar menunjukkan nilai *Total Deformation*, warna merah menunjukkan nilai *Total deformation* yang paling tinggi yang dialami oleh *Hook Crane*. dan setiap bagian memiliki nilai yang berbeda karena deformasi yang dialami oleh *Hook Crane* tidak sama pada setiap bagian. Berikut adalah hasil dari analisis *Deformasi total* dari dua *model Hook Crane*.



Gambar 14. Total Deformasi *Crane Standard* (Model A)



Gambar 15. Total Deformasi *Hook Crane Cup Holder* Berkurang 10% (Model B).

Berikut adalah hasil dari hasil simulasi *total deformation*. Dimana dua model *Hook Crane* yaitu Model A dan

Model B diberikan 5 *variable* pembebanan 50% ,75% 100%, 125%, 150% dari SWL 40 ton.

Tabel 2. *Total Deformation Hook Crane Model A*

No.	<i>Variable Loading</i> (%)	<i>Total Deformation</i> (mm)
1	50%	0.34227
2	75%	0.51341
3	100%	0.68454
4	125%	0.85568
5	150%	1.0268

Tabel 3. *Total Deformation Hook Crane Model B*

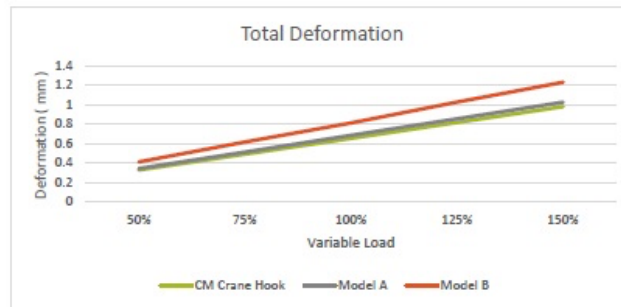
No.	<i>Variable Loading</i> (%)	<i>Total Deformation</i> (mm)
1	50%	0.4109
2	75%	0.61635
3	100%	0.8128
4	125%	1.0272
5	150%	1.2327

Dari hasil diatas menunjukkan bahwa Model B memiliki nilai *total deformation* yang lebih besar jika dibandingkan dengan model A. hal ini menunjukkan pengurangan dimensi *cup* dan *deformasi palstis* yang dialami oleh model B sangat mempengaruhi nilai dari *total deformation* dari setiap *variable* pembebanan. Dan semakin tinggi *variable* pembebanan yang diberikan maka semakin tinggi pula perbedaan nilai *total deformation* yang dihasilkan. Nilai *Total Deformation* Model A lebih baik karena menghasilkan nilai yang lebih rendah.

Dalam penelitian ini juga akan disimulasikan model *Hook Crane* yang sama dan *type* yang sama dari *fabrikasi* yang berbeda. *Hook Crane* Model A dan Model adalah *product* dari *miller*, sedangkan model ketiga sebagai data pembanding *product* dari *CM Hook Crane*.

Data pembanding ini hanya akan dibandingkan dengan Model A saja. Karena data pembanding ini akan diambil pada kondisi *Hook Crane standard*.

Perbedaan nilai *total deformation* Model A dan Model B pada setiap *variable* pembebanan ditunjukkan pada grafik di bawah ini. Dari grafik di bawah ini menunjukkan model A dan *Hook Crane* dari *CM Hook Crane* memiliki nilai yang hampir sama. Ini menunjukkan bahwa *Hook Crane standard* dari setiap fabrikasi memiliki nilai *total deformation* yang mendekati. Berbeda dengan model B yang memiliki nilai *total deformation* yang lebih besar dari kedua model *Hook Crane* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa keausan dan deformasi plastis yang dialami oleh *Hook Crane* model B sangat mempengaruhi nilai *total deformation*.

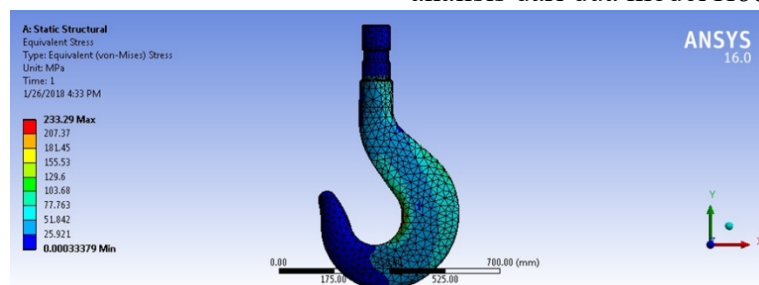


Gambar 16. Grafik Total Deformation Hook Crane Model A dan Model B

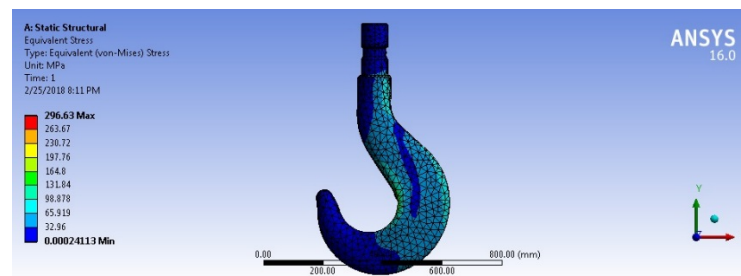
4.3 Equivalent (Von Mises) Stress

Equivalent (Von Mises) Stress digunakan untuk memprediksi tingkat keluluhan material terhadap kondisi pembebanan. Seperti halnya pengujian sebelumnya pembebanan juga akan dengan

5 variabel pembebanan. Dan hasil akan di bandingkan dengan nilai dari *tensile strength (yield)* dari material yang mempunyai nilai 240 Mpa. Serta juga akan dilakukan simulasi untuk model ketiga sebagai data pembanding dari *crane standard* (Model A). Berikut adalah hasil analisis dari dua model *Hook Crane*.



Gambar 17. *Equivalent (von mises) Stress Hook Crane Standard* (Model A)



Gambar 18. *Equivalent (von mises) Stress Hook Crane Cup Holder Berkurang 10%* (Model B)

Pada dua gambar di atas menunjukkan hasil dari simulasi, bagian yang berwarna merah menunjukkan nilai tegangan yang lebih besar dari bagian yang berwarna biru. Setiap bagian memiliki nilai tegangan yang berbeda. Pada bagian yang berwarna merah karena memiliki nilai tegangan yang lebih besar, pada titik itu pula yang mempunyai potensi kerusakan yang paling besar.

Berikut adalah tabel hasil dari simulasi 2 model *Hook Crane*, Model A dan Model B dari *Hook Crane* masing – masing diberikan 5 *variable* pembebanan. Pada hasil simulasi di bawah ini menunjukkan bahwa Model B mempunyai nilai tegangan yang lebih besar dari Model A. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan dimensi *cup holder* dan deformasi plastis sangat

mempengaruhi nilai *Equivalent (von mises) Stress*.

Tabel 5. *Equivalent (Von Mises) Stress Hook Crane Model A*

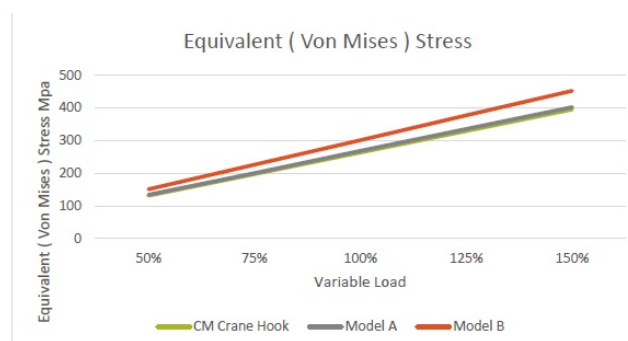
No.	Variable Loading (%)	Equivalent (Von Mises) Stress (mpa)
1	50%	133.96
2	75%	200.05
3	100%	267.92
4	125%	334.9
5	150%	401.88

Tabel 6. *Equivalent (Von Mises) Stress Hook Crane Model B*

No.	Variable Loading (%)	Equivalent (Von Mises) Stress (mpa)
1	50%	150.7
2	75%	226.05
3	100%	301
4	125%	376.74
5	150%	452.09

Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa pada variable load 100% nilai *Equivalent (Von Mises) Stress* yang dihasilkan oleh Model B 301 Mpa lebih besar dari nilai *tensile strength (yield)* 240Mpa. Hal ini menunjukkan pada variable load 100% *Hook Crane* model B mengalami deformasi plastis karena *Equivalent (Von Mises) Stress* yang dihasilkan melebihi titik luluh dari material. Setiap *variable load*, memiliki nilai yang

berbeda antara Model A dan Model B, dan perbedaan semakin besar pada *variable load* yang lebih besar. Hal ini terlihat jelas pada grafik di bawah ini yang menunjukkan hasil simulasi *Equivalent (Von Mises) Stress*. Sedangkan hasil analisis dari model ketiga menunjukkan hasil yang tidak begitu jauh dari hasil yang didapatkan oleh model A. Berikut adalah grafik hasil simulasi *Equivalent (Von Mises) Stress*.

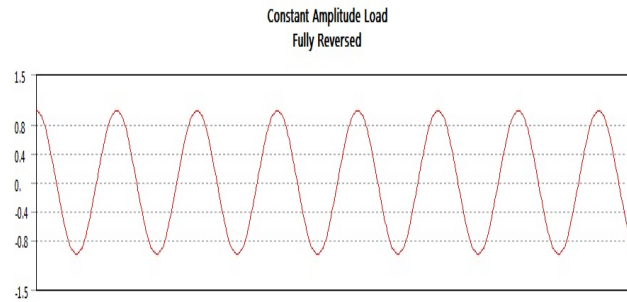


Gambar 19. *Equivalent (Von Mises) Stress Hook Crane Model A dan B.*

4.4 Analisis Kelelahan dan *Fatigue Sensivity*

Analisis Kelelahan menggunakan asumsi pembebanan konstan yang dapat

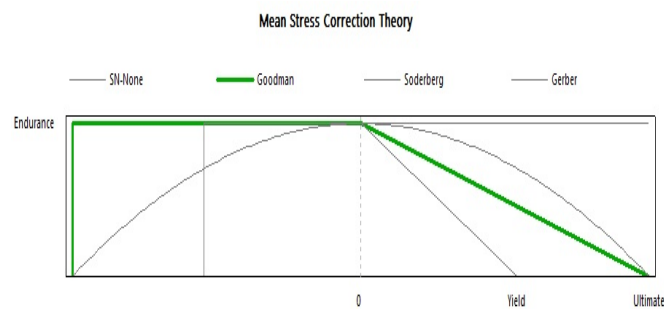
digambarkan dalam gambar di bawah ini. Analisis ini menggunakan *ANSYS Workbench 16*.



Gambar 20. Siklus Pembebanan Konstan Saat Simulasi

Analisis yang digunakan melalui pendekatan siklus tegangan hidup dengan menggunakan pendekatan *Mean Stress*

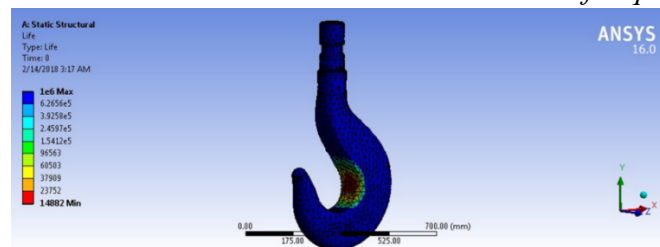
Theory Goodman komponen tegangan yang dipakai adalah *Equivalent von mises*.



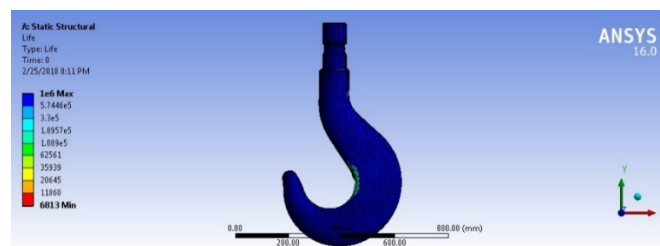
Gambar 21. *Mean Stress Theory metode Goodmans*

Dengan pendekatan *metode* tersebut dihasilkan data hasil analisis kelelahan. Hasil analisis ini mencakup batas Lelah (*yield limit*) dari material dasar dan batas lelah dari masing-masing profil yang diuji pembebanan.

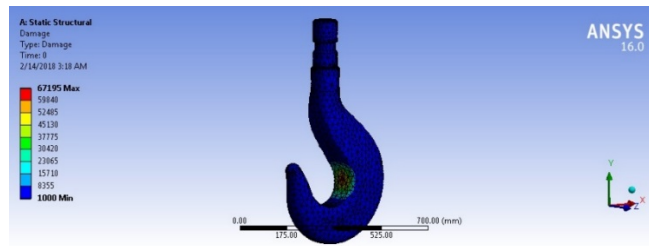
Berikut adalah hasil analisis kelelahan dari Hook Crane dengan menggunakan *fatigue tools*. Dalam analisis ini akan menghasilkan beberapa kontur yaitu *life*, *damage*, *safety factor*, dan yang terakhir adalah *fatigue sensifity*.



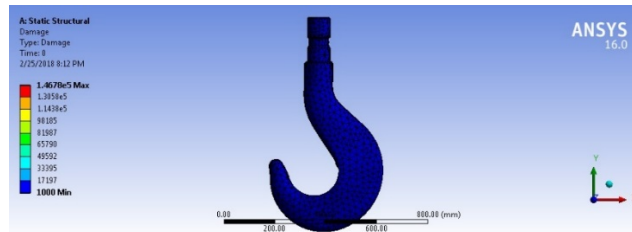
Gambar 22. Kontur life dari analisis *fatigue Hook Crane standard Model A*



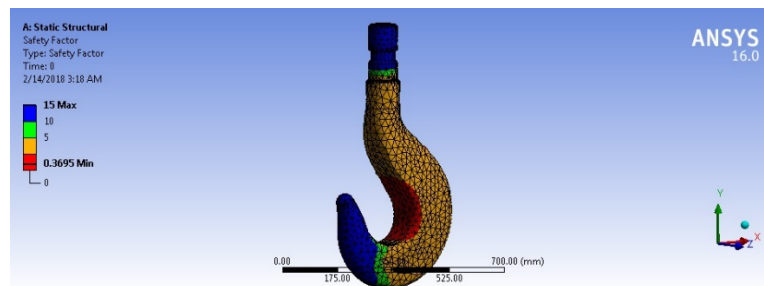
Gambar 23. Kontur life dari analisis *fatigue Hook Crane Model B*



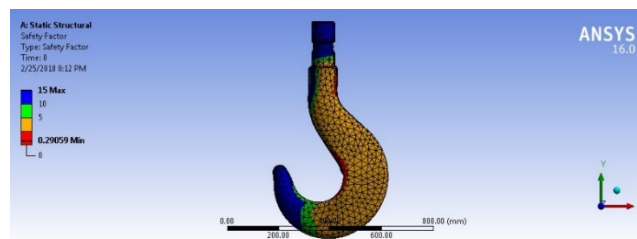
Gambar 24. Kontur *Damage* dari analisis *fatigue Hook Crane standard Model A*



Gambar 25. Kontur *Damage* dari analisis *fatigue Hook Crane Model B*



Gambar 26. Kontur *Safety Factor* dari analisis *fatigue Hook Crane standard Model A*



Gambar 27. Kontur *Safety Factor* dari analisis *Fatigue Hook Crane Model B*

Tabel 7. Hasil Analisis Kelelahan.

No	Item	Life		Damage		Safety Factor	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Model A (Crane Hook Standard)	14882	1 e6	100	67195	0.3695	15
2	Model B (Hook Cup <10%)	6813	1 e6	100	1.4678 e ⁵	0.29059	15

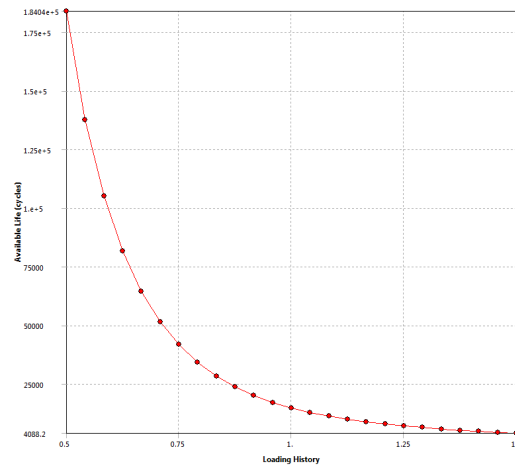
Dari hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa model A mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada model B. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan dimensi cup dan deformasi

plastis yang dialami oleh model B sangat berpengaruh terhadap hasil simulasi kelelahan.

Berikut adalah hasil simulasi *Fatigue Sensitivity*, grafik di bawah ini

menunjukkan perbandingan antara *loading history* dengan *available life*. Yang artinya kemampuan angkat *Hook Crane* dari berbagai *loading history*. Hasil analisis *Fatigue sensitivity* antar dua model *Hook*

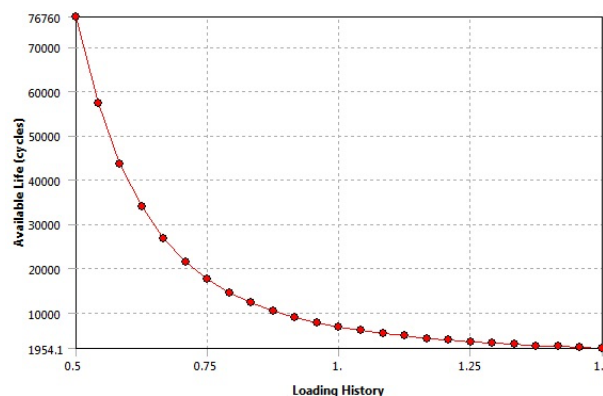
Crane akan dibandingkan untuk mengetahui pengaruh dari berkurangnya dimensi *cup* dan deformasi plastis yang dialami oleh model B.



Gambar 28. *Fatigue Sensitivity* dari analisis *fatigue Hook Crane standard* Model A

Tabel 8. *Fatigue Sensitivity* Model A (*Hook Crane Standard*).

No	Loading History ($x \cdot 100\%$)	Available Life (Cycles)
1.	50%	184 040
2.	75%	40 000
3.	100%	20 000
4.	125%	5 000
5.	150%	4 088



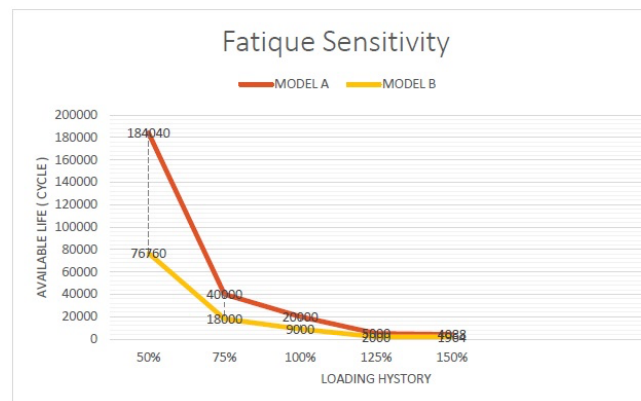
Gambar 29. *Fatigue Sensitivity* dari analisis *Fatigue Hook Crane* Model B

Dari hasil analisis di atas menunjukkan bahwa nilai *Available Life* model A lebih baik dari model B. Hal ini membuktikan bahwa berkurangnya dimensi *cup* dan deformasi plastis sangat mempengaruhi kemampuan angkat dari *Hook Crane Available Life*.

Di bawah ini adalah perbandingan grafik yang menampilkan hasil simulasi *fatigue sensitivity* dengan pembebanan konstan. Grafik menunjukkan bahwa model B *Hook Crane* memiliki perbedaan nilai *available life* yang sangat jauh dari model A.

Tabel 9. *Fatigue Sensitivity Fatigue Model B*

No.	Loading History ($x \cdot 100\%$)	Available Life (Cycles)
1	50%	76 760
2	75%	18 000
3	100%	9 000
4	125%	2 000
5	150%	1964



Gambar 30. Grafik *Fatigue Sensivity Hook Crane Model A dan B*

Pada grafik di atas menunjukkan *Hook Crane* model A menghasilkan nilai *available life* yang lebih baik, dan perbedaan itu sangat jauh pada *variable loading* 50% dari SWL. Perbedaan semakin kecil pada *variable load* yang lebih besar.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis simulasi total deformation bahwa nilai *total deformation* dari model *Hook Crane* B sudah memenuhi kriteria “*reject*” dengan nilai yang lebih besar dari setiap *variable* pembebanan. Hal ini dapat dilihat pada pembebanan 50% (dari SWL) nilai *Total Deformation maximum* Model A = 0.34 mm, Model B = 0.41. Pada pembebanan 150% (dari SWL) nilai *Total Deformation maximum* Model A = 1.0268mm, Model B = 1.2327mm. Pengurangan *cup* dan deformasi plastis yang dialami oleh *Hook Crane* model B sangat mempengaruhi nilai *Total Deformation* yang dihasilkan dari setiap *variable* pembebanan.
2. Berdasarkan hasil analisis simulasi *equivalent Von Mises* bahwa Model B memiliki nilai *equivalent von mises* yang

lebih besar dari Model A. Hal ini menunjukkan perubahan dimensi *cup* dan deformasi plastis yang dialami oleh Model B sangat mempengaruhi nilai dari *equivalent von mises* yang dihasilkan.

Jika dibandingkan dengan material properties dari material *Hook Crane*, nilai *equivalent von mises (strees)* yang dihasilkan Model B pada saat pembebanan 100% dari SWL yaitu 40 Ton menghasilkan nilai 301 Mpa. Nilai ini sudah melampaui dari nilai *tesile strength (yield)* 240 Mpa. Yang artinya saat *Hook Crane* Model B mendapatkan pembebanan 100% dari SWL berpotensi mengakibatkan *deformasi plastis*.

3. Berdasarkan hasil analisis simulasi *fatigue sensitivity* bahwa *Hook Crane* model A memiliki nilai *Available Life (Cycle)* yang lebih besar dari model B. Yang artinya berkurangnya dimensi *cup holder* dan deformasi plasitis yang dialami model B sangat mempengaruhi *Available Life* dari *Hook Crane*.

Saran

1. Dalam proses penggunaan *Hook Crane* sebisa mungkin pembebanan berada pada *cup hook*. Karena posisi

- pembebanan sangat berpengaruh pada kemampuan hook mengangkat beban.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat respon *Hook Crane* ketika mendapatkan pembebanan pada ujung *hook*.
 3. Perlu dilakukan simulasi *Explicit Dynamic* untuk mengetahui kegagalan pada *Structure Hook Crane*.

DAFTAR PUSTAKA

- John E. Bringas (2004). *Handbook of Comparative World Steel Standard*. ASTM International Standard Worldwide.
- ASME B.30.10 (1999). *Hook An American National Standard*. The American Society of Mechanical Engineering.
- MacCrimmon R.A (2005). *Crane-Supporting Steel Structures Design*

Guide. Canadian Of Steel Construction.

- Kurniawan Anggi (2004). *Analisis Kekuatan Struktur Hook Crane Dengan Perangkat Lunak Elemen Hingga Untuk Pembebanan 20 Ton*. Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Allaire, Paul E. (1985). *Basics of The Finite Element Method*. Wm. C. Brown Publisher, Iowa.
- Gere, Timoshenko. (2000). *Mekanika Bahan*, jilid 1. Penerjemah. Bambang Suryoatmono, Ir, MSc, Phd. Edisi keempat. Erlangga, Jakarta.
- P. Vijay. (2009). *Design And Analysis of Hook Crane*. Saurashtra University. India.
- Rudenko, N. (1996). *Mesin Pengangkat*. Erlangga. Jakarta.