

# PERANCANGAN GANTRY CRANE KAPASITAS 10 TON DENGAN BANTUAN SOFTWARE

Endi Sutanto<sup>1)</sup> dan Soeharsono<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Trisakti, Jakarta

e-mail: soeharsono@trisakti.ac.id

**Abstract:** *Gantry crane is one of the lifting machines that use to lift and move loads which can't lift by human power. The Applications of gantry crane can be seen at sea port area and loading area in industrial. The design of gantry crane must be applied to find the strength and durability for the gantry crane. Design of gantry crane consists of hoisting mechanism and structure design. The design of gantry crane with 10 tons of capacity and 15 meters of span also applying strength analysis using auto desk inventor software will be discussed in this paper.*

**Keywords :** *gantry crane, design, inventor.*

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, seringkali terdapat kebutuhan sederhana untuk memindahkan benda dari tempat satu ke tempat lainnya. Namun apabila kebutuhan tersebut harus dilakukan pada benda yang berdimensi dan bermassa yang besarnya di luar kemampuan manusia, seperti yang terjadi di area pertambangan, perindustrian, dan pelabuhan, diperlukan alat bantu agar objek dapat dipindahkan. Alat bantu ini harus memiliki kemampuan memindahkan objek dengan tepat dan tidak menimbulkan kerusakan pada objek.

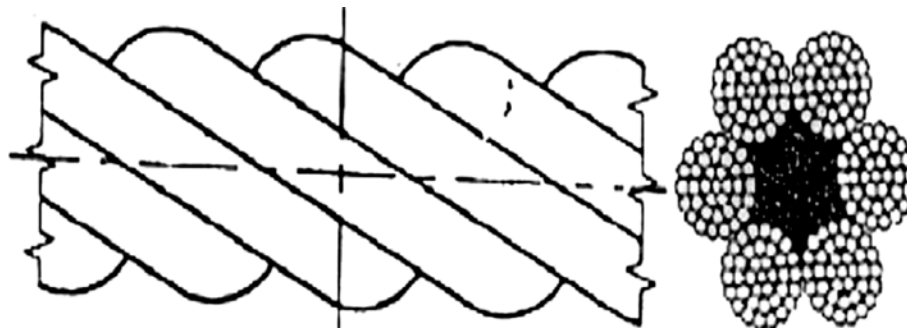
Dari sekian banyak jenis alat bantu atau mesin pemindah bahan yang ada, pesawat angkat merupakan jenis mesin pemindah bahan yang sering digunakan dalam untuk objek-objek pada area konstruksi, pelabuhan, dan perindustrian. Pesawat angkat yang digunakan memiliki ciri, cara kerja, dan dimensi yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi lapangan, jumlah, profil, dan dimensi objek yang akan diangkut. *Crane* adalah contoh dari pesawat angkat yang berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan bahan yang tidak mampu dipindahkan oleh manusia. Terdapat beberapa jenis *crane* seperti, *Overhead Crane*, *Gantry Crane*, dan *Tower Crane*.

Pada perancangan *crane*, salah satu faktor yang paling penting adalah kekuatan *crane* terhadap beban maksimum, termasuk faktor *fatigue*. Ketidakkuratan pada perancangan dapat menyebabkan kegagalan pada *crane*, bahkan dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dan perancangan yang bertujuan untuk memperoleh *crane* yang kuat dan aman untuk digunakan. *Crane* yang dirancang merupakan jenis *Gantry Crane*. Pembuatan model geometri dan analisis kekuatan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak. *Gantry Crane* yang dirancang berkapasitas 10 ton, panjang *grider* 15 meter, dengan komponen-komponen perancangan mencakup struktur *gantry crane* tali baja, drum, kait, rumah kait (*spreader*), dan puli.

## METODOLOGI PENELITIAN

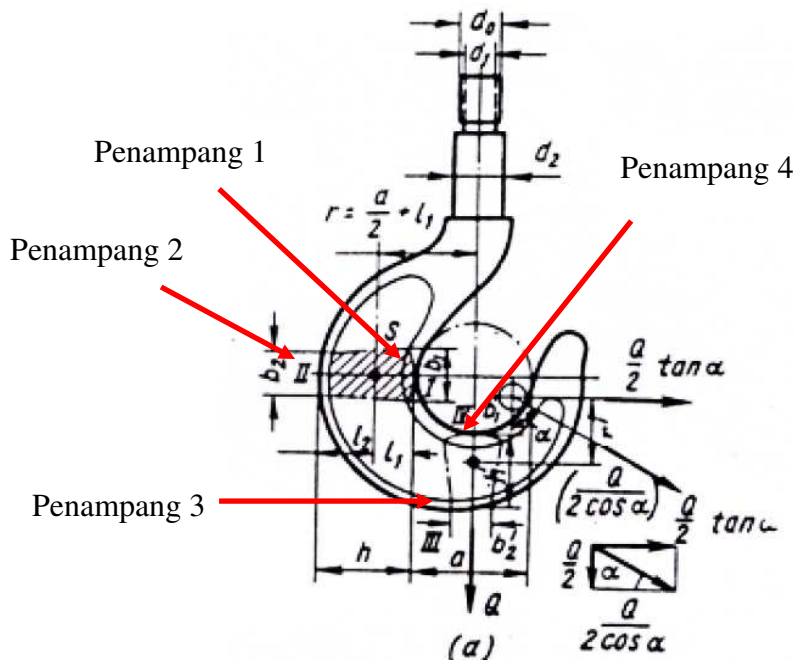
Kekuatan pada tali baja direncanakan menggunakan persamaan tegangan. Tahap perhitungan dimulai dari pemilihan jenis tali baja yang akan digunakan agar mendapat data-data yang diperlukan untuk menghitung kekuatan tali baja seperti: Diameter tali, Beban patah, Berat tali, dan Tegangan maksimum tali. Tali baja dipilih dengan jenis 6 x 37 + 1 *fiber core* (*United Rope Works Standard, Rotterdam Holland* dengan diameter 20,8 mm).

Pada *gantry crane*, puli berfungsi untuk mengubah alur pengangkatan. Perancangan puli dimulai dari pemilihan sistem puli untuk mekanisme pengangkatan dan kemudian menentukan diameter roda puli yang sesuai untuk tali baja berdiameter 20,8 mm. Drum digunakan untuk menggulung tali baja. Perencanaan komponen drum dilakukan dengan menentukan diameter, panjang, dan jumlah ulir drum yang sesuai untuk tali baja yang digunakan. Material drum yang digunakan pada perancangan ini adalah material besi cor. Setelah itu, dilakukan perhitungan tegangan pada penampang drum menggunakan rumus tegangan.



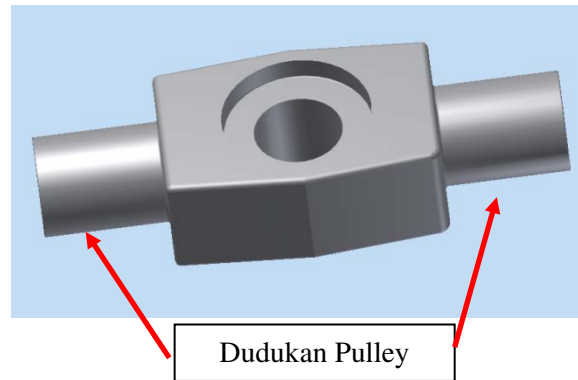
Gambar 1. Penampang tali baja jenis 6x37+1 fiber core

Kait (*hook*) adalah tempat untuk menggantung beban yang akan diangkat oleh *crane*. Pada perancangan ini, jenis kait yang digunakan adalah kait tunggal yang terbuat dari material S45 C. Perhitungan kekuatan pada kait dilakukan pada 4 penampang kritis pada kait yang dapat dilihat pada Gambar 2. Perancangan juga dilakukan terhadap rumah kait agar kait dapat beroperasi dengan baik. Rumah kait (*spreader*) berfungsi sebagai tempat untuk dipasang kait untuk mengangkat beban. Untuk perhitungan rumah kait dilakukan dengan bantuan *software autodesk inventor*. Model geometri rumah kait ditunjukkan pada Gambar 3.

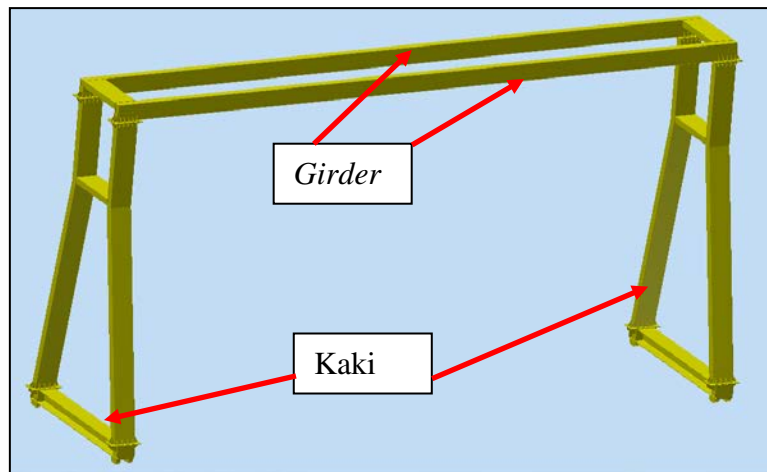


Gambar 2. Penampang kritis kait

Seluruh komponen pada *gantry crane* ditopang oleh struktur atau rangka *gantry crane*, termasuk objek yang akan dipindahkan, sehingga struktur/rangka juga harus dirancang dengan baik. Perhitungan kekuatan menggunakan bantuan *software autodesk inventor*. Tahap awal perancangan struktur *gantry crane* adalah membuat permodelan dalam 3 dimensi. Tahap-tahap permodelan meliputi pembuatan *parts* (seperti: batang *girder*, batang penyambung, dan kaki *gantry*) kemudian dilakukan perakitan (*assembly*) untuk menggabungkan semua *parts* yang telah dibuat menjadi satu kesatuan yang utuh seperti pada gambar 4. Pengujian kekuatan pada rumah kait dilakukan dengan menggunakan fitur *stress analysis* dimana jenis pengujian menggunakan pengujian statis, material yang digunakan adalah *mild steel*, *constrain* menggunakan *fixed* pada dudukan puli, serta pembebanan diberikan pada bagian tengah rumah kait dengan *pressure loads* sebesar 15,8 MPa.

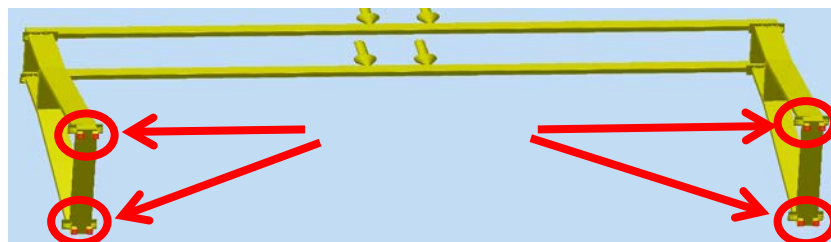


Gambar 3. Model rumah kait dalam 3 dimensi

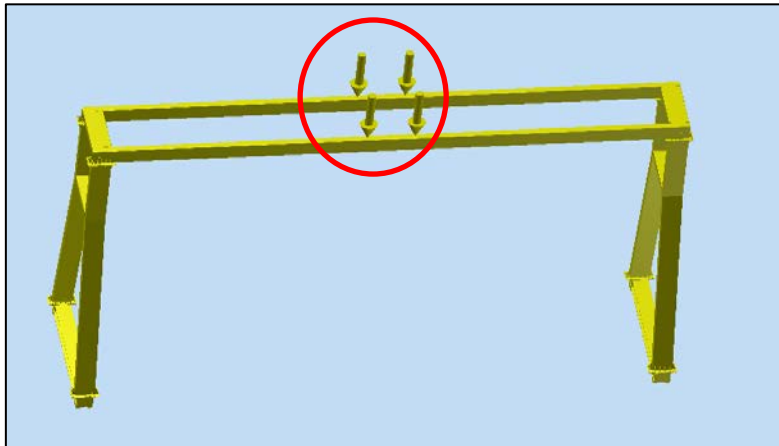


Gambar 4. Model struktur *gantry crane* dalam 3 dimensi

Analisis kekuatan pada model geometri struktur dilakukan dengan menggunakan fitur *stress analysis*. Simulasi *stress* dilakukan dengan asumsi beban statis, material yang digunakan adalah *mild steel*, sambungan menggunakan pada struktur merupakan sambungan jenis *bonded contacts*, *constraint* diasumsikan *fixed* pada keempat kedudukan roda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Pembebanan menggunakan 4 buah *remote force* dengan nilai  $26977,5\text{ N}$  (untuk setiap gaya) yang diberikan pada konstruksi *girder*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan letak pembebanan yang berbeda-beda yaitu pada sisi kiri, tengah, dan kanan struktur *gantry crane*. Hal ini dilakukan untuk mencari tegangan yang paling besar pada struktur *gantry crane* berdasarkan letak pembebanan.

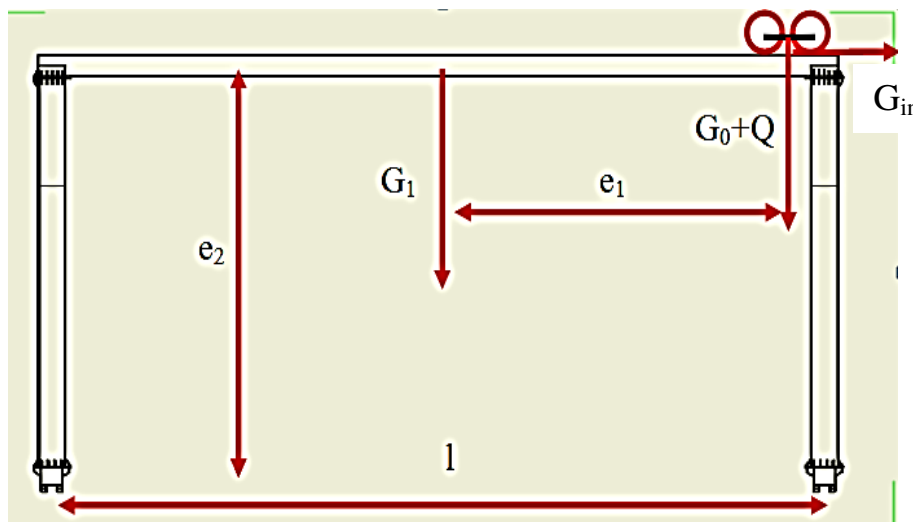


Gambar 5. Posisi *fixed constraints*



Gambar 6. Letak pembebanan pada konstruksi girder

Ujuk kerja yang baik dari *gantry crane* juga dapat direpresentasikan melalui stabilitas struktur. Stabilitas *gantry crane* diperoleh dengan asumsi troli bergerak dengan kecepatan tertentu dan dilakukan pengereman pada saat troli sudah terletak di ujung girder sesuai Gambar 7.



Gambar 7. Diagram perhitungan stabilitas struktur *gantry crane*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

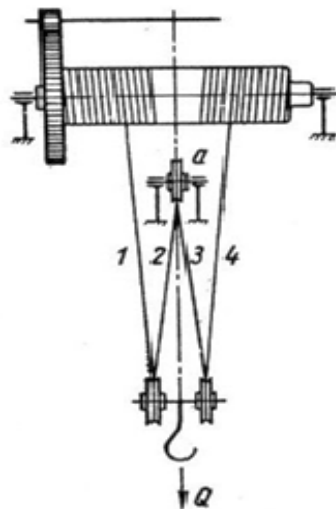
Tali baja yang dirancang aman untuk digunakan karena tegangan maksimum tali yang dirancang lebih rendah dari tegangan maksimum yang diijinkan, didapatkan:

Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) = 167,26 MPa < ( $\sigma_{izin}$ ) = 353,16 MPa

Beban patah ( $S_w$ ) = 29.285,17 N < ( $S_{izin}$ ) = 43.699,1 N

Diameter roda puli yang dapat dicari dengan menggunakan perbandingan  $\frac{d}{D_{min}} = \frac{1}{23}$  dengan nilai  $d = 20,8$  mm sehingga mendapatkan  $D_{min} = 478,4$  mm  $\approx$  500 mm. Sistem puli yang digunakan adalah sistem puli majemuk dengan efisiensi ( $\eta$ ) = 0,94. (Gambar 8).

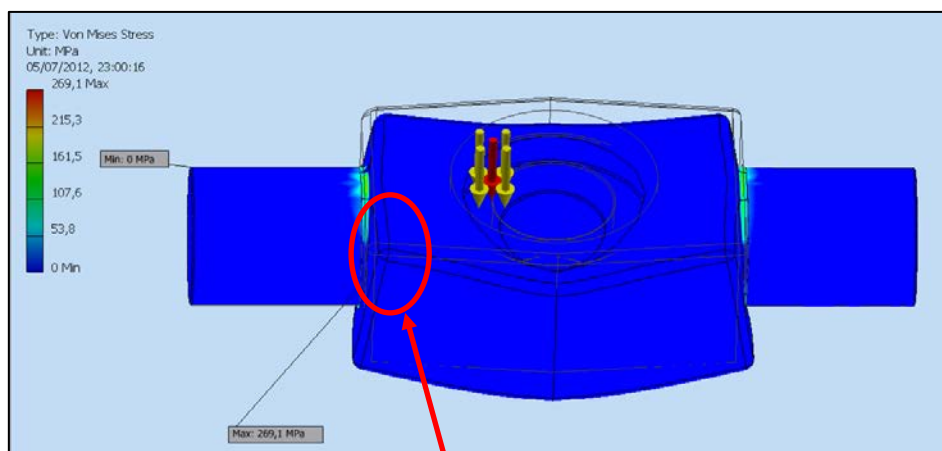
Diameter drum yang dapat dicari dengan menggunakan perbandingan  $\frac{d}{D_{min}} = \frac{1}{23}$  dengan nilai  $d = 20,8$  mm sehingga mendapatkan  $D_{min} = 478,4$  mm  $\approx$  500 mm dan Jumlah lilitan = 15 serta panjang total drum = 1.000 mm. Tegangan kompresi pada seluruh permukaan drum didapat  $\sigma_{comp} = 62,44$  MPa dimana hasil tersebut masih dibawah batas tegangan yang diijinkan untuk besi cor yaitu 98,1 MPa sehingga rancangan drum aman.



Gambar 8. Sistem puli majemuk

Hasil perhitungan tegangan pada keempat penampang kritis pada kait adalah  $\sigma_I = 67,78$  MPa,  $\sigma_{II} = 32,37$  MPa,  $\sigma_{III} = 58,86$  MPa, dan  $\sigma_{IV} = 27,47$  MPa. Semua hasil tegangan pada keempat penampang masih dibawah batas izin ( $\sigma < 1.500 \text{ Kg/cm}^2 \approx 147,15 \text{ MPa}$ ) maka kait aman untuk digunakan.

Hasil pengujian rumah kait berupa *von mises stress* yang merupakan tegangan total akibat pembebanan yang diberikan pada model rumah kait. Didapat hasil *von mises stress* sebesar 269,1 MPa pada bagian sambungan kedudukan puli, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 9, dan detail hasil simulasi ditunjukkan oleh Tabel 1.

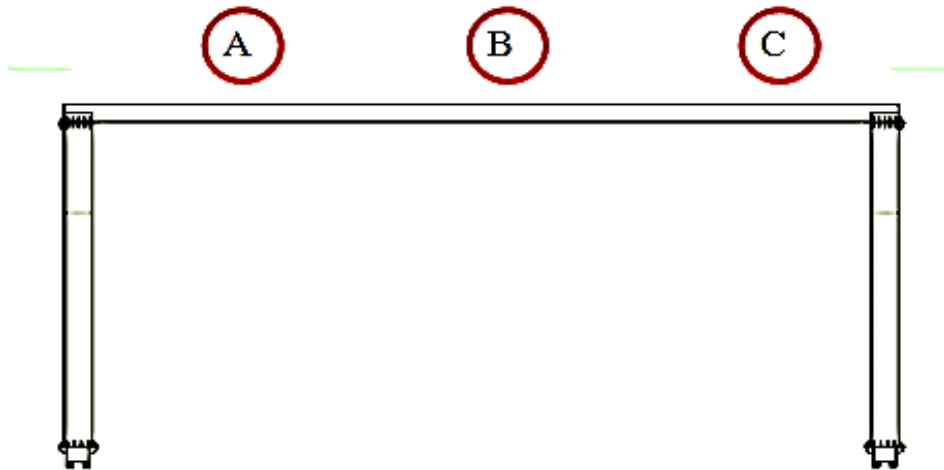


Gambar 9. Hasil *stress analysis* model rumah kait.

Tabel 1. Hasil *von mises stress* struktur *gantry crane*

Posisi Pembebanan (Gambar 10)	<i>Von Mises Stress</i> maksimum (MPa)	<i>Dynamic Load</i> (Sf=8)	<i>Load Factor</i>	Keterangan
A	24,86	25,875	8,33	Aman
B	24,32	25,875	8,51	Aman
C	24,45	25,875	8,47	Aman

Hasil *von mises stress* pada ketiga pengujian masih dibawah batas yang diijinkan yaitu 25,875 MPa dimana didapat dari hasil pembagian nilai *yield strenght material steel mild* (207 MPa) dengan *safety factor* untuk baja (8) sehingga rancangan struktur *gantry crane* aman.



Gambar 10. Posisi Pembebanan

Untuk hasil *displacement* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil *displacement*

Posisi pembebanan (Gambar 10)	<i>Displacement</i> (mm)	<i>Displacement</i> yang diizinkan (mm)	Keterangan
A	5,720	21,34	Aman
B	6,235	21,34	Aman
C	5,718	21,34	Aman

Hasil *displacement* maksimum yang terjadi pada batang *girder* masih dibawah batas yang diijinkan yaitu 21,34 mm dimana sesuai dengan kaidah keteknikan yaitu 1/700 dari panjang *girder* sehingga besar defleksi yang terjadi masih aman.

Nilai stabilitas struktur rangka yang didapatkan adalah ( $\psi$ ) = 1,19 dimana masih di bawah batas izin =  $\psi < 1,35$  (Rudenko, 1994:347) maka struktur *gantry crane* dalam keadaan stabil.

## KESIMPULAN

Jenis tali baja yang digunakan adalah 6 x 37+1 *fibre core* dengan diameter 20,8 mm tegangan yang terjadi pada tali adalah  $\sigma_t = 167,26$  MPa. Diameter puli dan drum yang digunakan adalah 500 mm. Kait yang digunakan adalah kait tunggal dengan material S45 C.

Diameter roda puli hasil perancangan,  $D_{min} = 478,4$  mm  $\approx$  500 mm dengan efisiensi 94%. Jumlah lilitan drum dan panjang total drum sebesar 15 dan 1000 mm. Tegangan kompresi pada seluruh permukaan drum didapat  $\sigma_{comp} = 62,44$  MPa

Perancangan juga menghasilkan tegangan yang terjadi pada 4 titik kritis pada kait, secara berturut-turut  $\sigma_I = 67,78$  MPa,  $\sigma_{II} = 32,37$  MPa,  $\sigma_{III} = 58,86$  MPa, dan  $\sigma_{IV} = 27,47$  MPa. Semua hasil tegangan pada keempat penampang masih dibawah batas izin ( $\sigma < 1.500$  Kg/cm<sup>2</sup>  $\approx$  147,15 MPa) maka kait aman untuk digunakan.

Analisis struktur pada rumah kait, *von misses stress* sebesar 269,1 MPa pada bagian sambungan dudukan puli. Hasil *displacement* maksimum yang terjadi pada batang *girder* masih dibawah batas yang diijinkan yaitu 21,34 mm sehingga besar defleksi yang terjadi masih aman, dengan nilai stabilitas 1.19.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, Teguh. Perancangan Tower Crane Dengan Kapasitas Angkat 6 Ton, Tinggi Angkat 45 Meter, Radius 55 Meter, Untuk Pembangunan Gedung Bertingkat. *Skripsi*, Universitas Sumatera Utara. 2009.

- [2] Dongkrak Hidrolik. Tersedia di <http://banksoalfisika.blogspot.com/2012/01/skl-08.html> (20-Juni-2012)
- [3] *Hoisting Crane*. Tersedia di <http://www.acropoliscranes.co.in/Applications.html> (20-Juni-2012)
- [4] *Girder*. Tersedia di <http://www.zinterhandling.com/index.asp?w=pages&r=0&pid=11> (21-Juni-2012)
- [5] *Gantry Crane*. Tersedia di [http://www.emisweb.it/en/movimentazione\\_sollevamento/movimentazione\\_gru\\_a\\_cavalletto.htm](http://www.emisweb.it/en/movimentazione_sollevamento/movimentazione_gru_a_cavalletto.htm) (21-Juni-2012)
- [6] *Hoist*. Tersedia di <http://www.ttnet.net/ttnet/gotoprdr/ID155/030/0/1383639383831343539333636353931303239303530393.htm> (22-Juni-2012)
- [8] Khurmi R.S. dan Gupta J.K. *A Textbook Of Machine Design*. New Delhi : Eurasia Publishing House (PVT.) LTD. 2005
- [9] Manurung, Fernando. Perancangan *Overhead Travelling Crane* Dengan Kapasitas Angkat 120 Ton, Dan Perhitungan Bahan Crane Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Skripsi*, Universitas Sumatera Utara, 2009.
- [10] Rudenko, N. *Mesin Pemindah Bahan*. Jakarta: Erlangga. 1992.
- [11] *Strain-Stress Diagram*. Tersedia di <http://www.infometrik.com/2009/09/mengenal-uji-tarik-dan-sifat-sifat-mekanik-logam/> (10-juni-2012)
- [12] *Stress Analysis Autodesk Inventor 2012*. Tersedia di [https://students.autodesk.com/?nd=showcase\\_detail\\_page&gallery\\_id=13196&jid=185834](https://students.autodesk.com/?nd=showcase_detail_page&gallery_id=13196&jid=185834) (10-juni-2012)
- [13] *Autodesk Inventor Professional 2012 Libraries*.
- [14] *Conveyor*. Tersedia di <http://www.automation-supplies.com/modular-plastic-belt-conveyors.html> (10 Juni 2012)