

# Perencanaan Disain Deep Dig Arm pada Kapal Water Witch Untuk Pengerukan Sampah di Kali Mas Surabaya

Erno Setyawan, Tony Bambang Musriyadi., dan Irfan Syarif Arief

Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. AriefRahman Hakim, Surabaya 60111

*e-mail*: Setyawan\_erno@yahoo.com

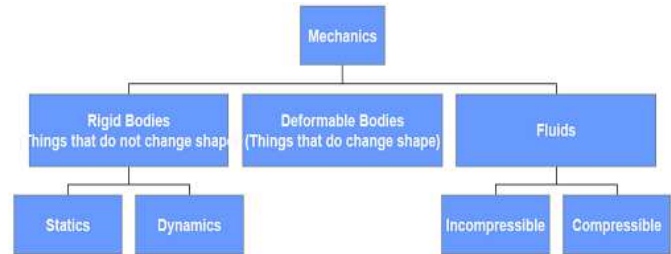
**Abstrak**—Kali Mas merupakan salah satu Sungai di Surabaya yang bermanfaat bagi hajat hidup penduduk Surabaya, Namun seiring berjalan waktu Kali Mas mengalami pendangkalan dan polusi sampah padat akibat pembuangan sampah sembarangan. Oleh karena itu penting untuk melakukan pengerukan sendimen dan sampah yang efektif dan tepat agar tidak mengganggu fungsi utama dari Kali Mas, maka perlu suatu alat untuk pengerukan, *Backhoe dreger* merupakan alat yang tepat untuk pengerukan, akan tetapi harus disesuaikan dengan penerukannya agar efektif dalam beroperasi. Dalam pembuatan Tugas Akhir ini akan di disain *Boom* dan *Arm* dari *Backhoe dreger* untuk pengerukan di Kali mas di Surabaya. Sesuai dengan Kebutuhan dan aspek pertimbangan ukuran kapal telah ditentukan disain *Boom* dengan panjang 4.6m dan arm 2.1m dengan kapasitas Bucket 0.56 m<sup>3</sup>. Dengan pemilihan matrial *Carbon Steel Sheet* (SS) 1023 dan ketebalan plat 10 mm, metode yang digunakan untuk analisa pembebanan adalah stress analisis pada Program *Solid work*, dan sebagai pertimbangan kelayakan disain adalah safety faktor dari disain > 1.

**Kata Kunci**— *Arm, Boom, Backhoe Dreger, Carbon Steel Sheet, Solid Work*

## I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan perkembangan kota Surabaya dan sekitarnya maka tidak akan terlepas dari masalah pada Kali Mas, dimana Kali Mas Merupakan Sungai terbesar yang mengalir di Surabaya. Semakin bertambahnya penduduk dan polusi menyebabkan aliran pada sungai mas semakin kotor dengan sampah-sampah, selain itu juga terjadi pendangkalan akibat sendimen lumpur, jika hal ini dibiarkan maka akan banyak menimbulkan masalah antara lain banjir dan ketersediaan air bersih terganggu, maka diperlukan penanganan khusus dan efektif untuk menanganinya, salah satu penanganan yang efektif adalah melakukan pengerukan dengan Kapal Backhoe Dreger.

Kapal Backhoe Dreger adalah salah satu jenis kapal yang difungsikan untuk melakukan pengerukan sampah dan sendimen pada perairan laut maupun sungai, Sampah maupun sedimen akan dikeruk dan dimasukan pada bak penampung kapal untuk di pindahkan ke tempat penampungan atau dipindahkan ketepian. Namun untuk memaksimalkan dalam melakukan Pengerukan Sampah Maupun Lumpur, maka diperlukan penyesuaian panjang lengan dan Disain yang sesuai di Sungai Mas Surabaya.



## II. II URAIAN PENELITIAN

### A. Kapal Keruk (Dredger)

Kapal keruk merupakan salah satu jenis dari kapal khusus dimana kapal ini di fungsikan untuk melakukan pengerukan atau penggalian pada dasar perairan baik perairan sungai, danau laut maupun kanal.

### B. Teori Dan Persamaan Yang Mendukung

#### 1. Mekanika Teknik

Mekanika merupakan cabang ilmu fisik yang mempelajari keadaan diam atau bergerak dari suatu benda akibat pengaruh gaya. Secara umum, mekanika dapat dibagi menjadi 3 cabang yaitu: mekanika benda kaku (rigid-body mechanics), mekanika benda terdeformasi (deformable-body mechanics) dan mekanika fluida (fluid mechanics).

Mekanika benda kaku dibagi lagi menjadi 2 bidang yaitu statika dan dinamika. Statika berkaitan dengan keseimbangan benda yang diam atau bergerak dengan kecepatan konstan, sedang dinamika mempelajari gerakan benda yang dipercepat. Diktat ini hanya membahas statika saja karena sebagai dasar untuk mempelajari ilmu lanjutan dan banyak obyek yang dirancang pada keadaan seimbang. Berikut pembagiannya

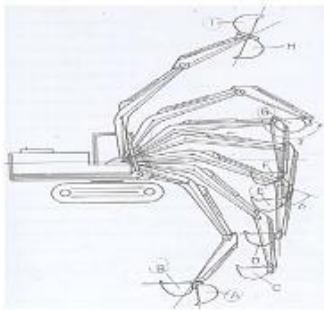
#### 2. Software Solid Works

Untuk menganalisa pembebanan terhadap matrial di gunakan program Solid Works. *Solid Works* adalah software CAD 3D yang dikembangkan oleh *Solid Works Corporation*. *SolidWorks* merupakan salah satu 3D CAD yang sangat populer saat ini. di Indonesia sudah banyak sekali perusahaan manufacturing yang mengimplementasikan software SolidWorks.

SolidWorks dalam penggambaran / pembuatan model 3D menyediakan feature-based, parametric solid modeling.

**Keterangan**

- A=dianggap posisi 0
- B=dianggap posisi 1
- C=dianggap posisi 2
- D=dianggap posisi 3
- E=dianggap posisi 4
- F=dianggap posisi 5
- G=dianggap posisi 6
- H=dianggap posisi 7
- 1 =dianggap posisi 8



Feature-based dan parametric ini yang akan sangat mempermudah bagi usernya dalam membuat model 3D. Karena hal ini akan membuat kita sebagai pengguna bisa membuat model sesuai dengan keinginan kita.

SolidWorks merupakan salah satu software CFD (Computational Fluid dynamics). CFD sebenarnya mengganti persamaan – persamaan diferensial parsial dengan persamaan – persamaan aljabar. CFD merupakan pendekatan dari persoalan yang asalnya kontinu (memiliki jumlah sel tak terhingga) menjadi model yang diskrit (jumlah sel terhingga). Perhitungan/ komputasi aljabar untuk memecahkan persamaan – persamaan diferensial parsial ini ada beberapa metode (metode diskritisasi), diantaranya adalah :

- Metode beda hingga (*finite difference method*).
- Metode elemen hingga (*finite elements method*).
- Metode volume hingga (*finite volume method*).
- Metode elemen batas (*boundary elements method*).
- Metode skema resolusi tinggi (*high resolution scheme method*).

**III. III ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

**A. Perhitungan Momen Pembebanan**

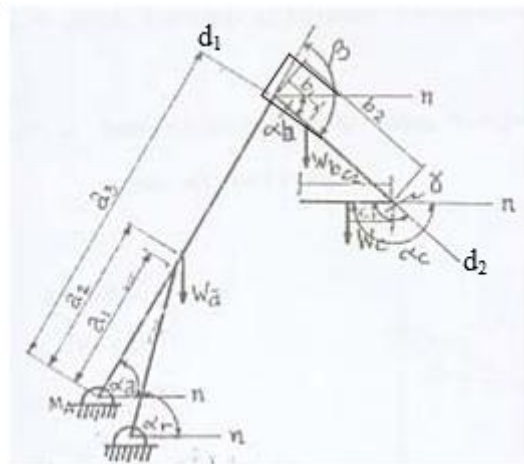
Perhitungan Pembebanan pada Lengan Hidrolik Backhoe Dreger digunakan untuk mengetahui berapa beban maksimal yang di trima oleh Boom maupun Arm pada beberapa variasi sudut kerja Lengan hidrolik Backhoe Dreger, dalam metode perhitungan Pembebanan telah ditetapkan berapa beban yang akan ditampung oleh Bucket yang diasumsikan sebagai beban maksimal. Untuk melakukan perhitungan terlebih dahulu ditentukan pemodelan arah-arah gaya yang berkerja serta resultan nya. Berikut gambaran titik-titik pembebanan.

**B. Variasi Sudut Pembebanan**

**1. Penentuan titik Pembebanan**

Sebelum menentukan besarnya sudut variasi gerakan lengan Backhoe Dreger yang juga merupakan sudut pembebanan terlebih dahulu dilakukan penentuan titik-titik serta jarak nya. Gambar dibawah merupakan penggambaran arah dan posisi Pembebanan,.

Berikut dimensi jarak dari tiap-tiap titik yang terdapat pada gambar dan berat tiap partnya, dimana nilai panjang jarak ini digunakan untuk menentukan posisi titik pusat engsel (tumpuan) ke titik Pembebanan sebagai dasar perhitungan Besarnya pembebanan pada tiap-tiap titik.



Gambar 3.1 Analisa Titik dan Arah Gaya Pembebanan

Posisi	a1	a2	a3	b1	b2	c1	c2	c3	c4
(panjang)	1.87	2.3	4.6	1	2.1	1	0.5	0.6	0.25

**2. Perhitungan Poros Engsel (Pin) dan Boshing Engsel**

Poros Engsel Atau Pin adalah sebuah poros yang terdapat pada tiap persendian atau engsel lengan dimana poros ini berfungsi sebagai tumpuan dalam gerakan lengan, sehingga poros mengalami pembebanan yang di timbulkan oleh gerakan lengan. Dalam pendisainan ukuran poros engsel di ambil beban yang terbesar dari yang berkerja pada poros saat posisi sudut tertentu.

$$M = \pi/32 \times d^3 \times \sigma$$

$$d^3 = M / (\pi/32 \times \sigma)$$

dimana

M = Momen Pembebanan

d = Diameter poros engsel

σ = Tegangan Bahan

Untuk pemilihan matrial sebagai bahan pembuat poros engsel di pilih matrial AISI 4130 dengan kekuatan tegangan bahan 7454 kg/cm<sup>2</sup>

Dalam perencanaan disain bushing direncanakan sesuai stardart ketebalan bushing ,standart ketebalan minimum untuk peralatan berat dalah 0.8 D+1/8 "

**Light service:** wall thickness = .08D + 1/32 "

**Medium service:** wall thickness = .08D + 1/16 "

**Heavy-duty service:** wall thickness = .08D + 1/8 "

**3.2.1 Diameter engsel boom dan body**

Beban Maksimal

M = 5545.08 kgm

= 554508.22 kgcm

Diameter engsel

d = 9.92 cm

= 99.2 mm

Dipilih 100 mm

Diameter boshing

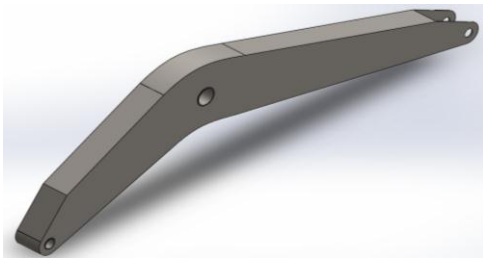
Tebal boshing 0.8 D+1/8 "

t = 10.42 mm

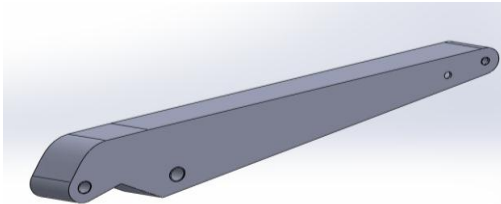
Dipilih 11 mm

**3.2.2 Diameter engsel boom dan Arm**

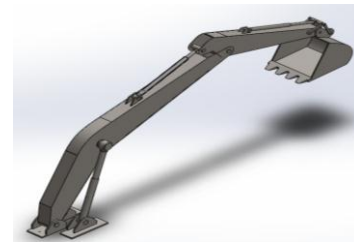
Beban Maksimal



Gambar 3.1 Disain Boom 3 D



Gambar 3.2 Arm 3 Dimensi



Gambar 3.3 Hasil Proses Assembly Antar Part Lengan



Gambar 3.4 Hasil Proses Meshing Disain

$$M = 4727.64 \text{ kgm}$$

$$= 472763.6351 \text{ kgcm}$$

Diameter engsel	Diameter boshing
$d = 8.65 \text{ cm}$	Tebal boshing $0.8 D + 1/8 \text{ ''}$
$= 86.46 \text{ mm}$	$t = 10.0 \text{ mm}$

Dipilih 86 mm                      Dipilih 10 mm

### 3.2.3 Diameter engsel Arm dan Bucket

Beban Maksimal

$$M = 646.87 \text{ kgm}$$

$$= 64686.60 \text{ kgcm}$$

Diameter engsel	Diameter boshing
$d = 4.46 \text{ cm}$	Tebal boshing $0.8 D + 1/8 \text{ ''}$
$= 44.6 \text{ mm}$	$t = 6.69 \text{ mm}$

Dipilih 45 mm                      Dipilih 7 mm

### 3.2.4 Diameter engsel Arm dan Bucket

Beban Maksimal

$$M = 31604.97 \text{ kgm}$$

$$= 3160496.97 \text{ kgcm}$$

Diameter engsel	Diameter boshing
$d = 16.29 \text{ cm}$	Tebal boshing $0.8 D + 1/8 \text{ ''}$
$= 162.88 \text{ mm}$	$t = 16.16 \text{ mm}$

Dipilih 165 mm                      Dipilih 17 mm

### 3.3 Penggambaran Disain Boom dan Arm

Dari Gambaran disain keseluruhan lengan diatas di bagi menjadi dua bagian utama yaitu Boom dan Arm dimana kedua bagian ini saling berhubungan dalam beroperasi saat pengerukan, semua lengan didisain dari matrial Carbon Steel Sheet (SS 1023) Dengan Tensel Streght  $425 \text{ N/mm}^2$  dan Yeild Strengh  $282.69 \text{ N/mm}^2$ , Disain lengan di tentukan dengan ketebalan Plat 10 mm. Berikut detail Disain nya

### 3.4 Proses Peyusunan Antar Komponen Lengan (Part Assembly)

Setelah Pendisainan gambar 3 dimesnsi semua part pada program Solid Work Maka antar part akan di satu kan Melalui proses Assembly.

Dalam proses Assembly ini perlu diperhatikan adalah detail ukuran, clearce antar part, model sambungan dan posisi penyusunan, sehingga tidak terjadi interface atau saling tindh

antar komponen part yang menyebabkan tidak dapat dilakukan proses meshing, dalam penyusunan sambungan engsel akan di sambung dengan poros engsel sebagai tumpuan untuk bergerak.

### 3.4 Proses Penyatuan (Meshing)

Meshing adalah salah satu tahapan dari proses Runing, meshing merupkaa penyatuan antar bagian terkecil part sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh

### 3.5 Proses Simulisasi (Runing)

Proses Runing dalah proses dimna hasil disain yang sudah di berhasil di meshing akan diberi Gaya dan pembebanan (External Load) sesuai nilai dan posisi yang sudah ditetapkan

#### 3.5.1 Pemilihan Marial

Pemilihan Marial merupakan penentuan jenis matrial yang dipakai dalam perancangan disain sesuai yang di tentukan oleh perhitungan dan sifat karakteristiknya. Untuk solidworks telah disediakan beberapa material yang sering digunakan. Dan untuk Disain dipilih Carbon Steel Sheet (SS) 1023 sebagai material dasar Boom dan Arm

#### 3.5.2 Pemilihan jenis fixture

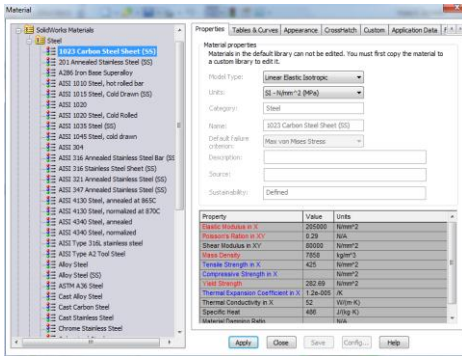
Terdapat beberapa macam jenis fixture yang dapat digunakan pada software solidworks ini. Fixture ini digunakan sebagai gerak yang terjadi pada benda apabila diberi suatu gaya atau pressure. Untuk Disain Lengan Hidrolikl ini digunakan fixed geometry, karena pada bagian bawah Engsel Body dan Engsel Slinder Piston saja yang akan tetap melekat pada Body Cabin dan fixed tidak mengalami perubahan bentuk.

#### 3.5.3 External Load

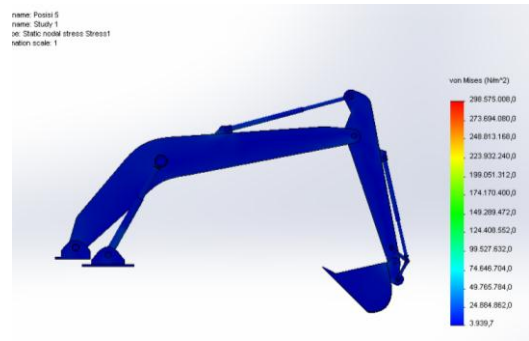
Pada bagian external loads ini dapat diberikan beberapa macam beban yang dapat diberikan kepada benda. Diantaranya adalah force, gravity, torque, pressure, centrifugal force, bearing load, remote/load mass, distributed mass, temperature, flow effects dan thermal effects

#### 3.5.4 Runing

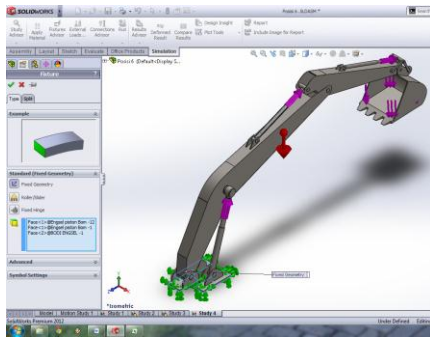
Hasil running ini berdasarkan dari proses input yang diberikan pada Disain Boom dan Arm yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk output yang didapatkan dari hasil running ini terdiri dari beberapa macam. Diantaranya adalah stress von mises, displacement, strain dan safety factor.



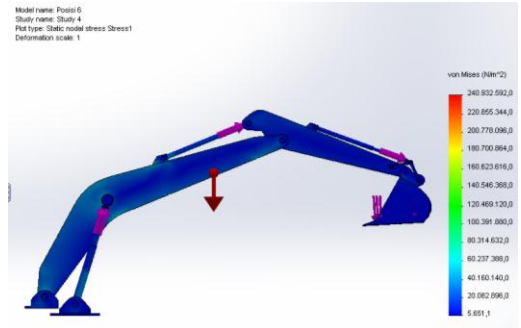
Gambar 3.5 Matrial Properties



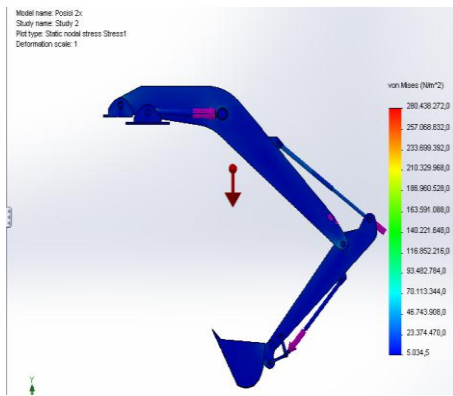
Gambar 3.8 Hasil Pembebanan Pada Posisi 5



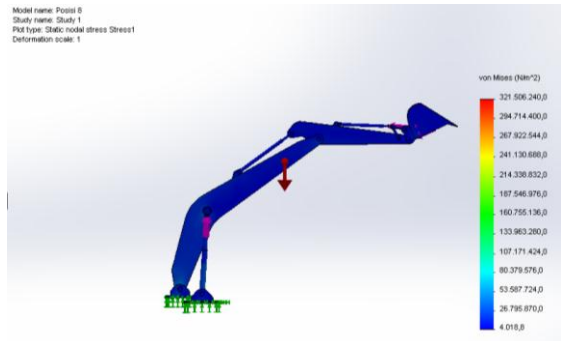
Gambar 3.6Fix Goemetri



Gambar 3.9 Hasil Pembebanan Pada Posisi 6



Gambar 3.7 Hasil Pembebanan Pada Posisi 2



Gambar 3.10 Hasil Pembebanan Pada Posisi 8

3.6.3 Analisa Pembebana Posisi 6

Untuk hasil runing pembebanan posisi pengerukan ke-6 didapatkan hasil stress minimal 0.0056 Mpa dan maksimal stress 240 Mpa ,dengan safty faktor terrendah 2.5

3.6.4 Analisa Pembebana Posisi 8

Untuk hasil runing pembebanan posisi pengerukan ke-8 didapatkan hasil stress minimal 0.004 Mpa dan maksimal stress 321 Mpa ,dengan safty faktor terrendah 2.2

Dari hasil analisa 4 sempel posisi pembebanan model disain diatas di peroleh Nilai minimal stress 0.0039 Mpa,Maksimal Stress 321Mpa,dan Minimal Safty Faktor terrendah dari model adalah 1.2

3.6 Pembahasan

Dalam perencana disain Lengan hidrolik untuk pengerukan di Kali Mas Surabaya ini,Didisain dengan panjang Boom 4.6 m,Arm 2.1 m dengan kapaitas Bukcet 0.56 m<sup>3</sup> ,denga total beban angkatan 840 kg.Dalam Pembahasan ini akan di analisa beberap posisi kerja lengan dengan variasi sudut berbeda,dan menggunakan pembebanan tetap yaitu 840 kg.Untuk mewakili kerja Pengerukan di ambil 3 sempel pembebanan dengan sudut berbeda seperti gambar berikut.

3.6.1 Analisa Pembebana Posisi 2

Pada hasil runing pembebanan posisi pengerukan satu didapatkan hasil stress minimal 0.005 Mpa dan maksimal stress 280 Mpa

3.6.2 Analisa Pembebana Posisi 5

Untuk hasil runing pembebanan posisi pengerukan ke-5 didapatkan hasil stress minimal 0.0039 Mpa dan maksimal stress 298 Mpa ,dengan safty faktor terrendah 1.2

## I. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan dalam mendesain Lengan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Maksimal stress hasil pembebanan tertinggi terjadi saat pengerukan pada posisi 8 yaitu sebesar 321 Mpa
2. Minimal stress hasil pembebanan terendah terjadi saat pengerukan pada posisi 6 yaitu sebesar 240 Mpa
3. Factor keamanan dari material masi memenuhi karena pembebanan tertinggi dari beberapa posisi menunjukkan FOS >1 .yaitu 1.2
4. Perencanaan disain Boom dan Arm untuk pengerukan di Kali Mas dengan matrial utama SS 1023 masih memenuhi stardart operasi kerja sehingga dapat digunakan sesuai dengan beban awal disain yaitu 0.56 m<sup>3</sup> atau daya angkat 840 kg .

## SARAN

Untuk mendisain Boom dan Arm dengan ukuran dan model yang sama tetapi dengan daya angkut lebih besar dapat menggunakan pemilihan matrial yang mempunyai *Mechanical Propertis* atau kekuatan bahan yang lebih besar

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dan B.Marghitu, 2001, mechanical engineer's handbook, academic press,USA.
- [2] Daryl L.Logan 1992,a first course in the finite element method,PWS publishing company,boston,USA.
- [3] Komatshu,2009, SPECIFICATIONS &APPLICATION HANDBOOK Edition 30.Komatshu,Japan
- [4] OSHA,2011,Rigging Techniques,Procedures, and Applications.
- [5] Popov,E P,1996,Mekanika teknik, edisikedua, erlangga, Jakarta
- [6] R.A.MacCrimmon,2009,second edition,ciscicca,Canada
- [7] www.solidworks.com