

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%vi%i.11>**PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM****Ucok Mulyo Sugeng^{1*}, Deniyanto²**^{1*,2} Institut Sains dan Teknologi Nasional^{1*,2} Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan

*Koresponden Email: ucok@istn.ac.id

ABSTRAK

Dewasa ini sistem hidrolik banyak digunakan dalam berbagai macam industri. Salah satu alat yang menggunakan sistem hidrolik adalah *hydraulic excavator* atau excavator hidrolik. Penggunaan alat ini harus memperhatikan kapasitasnya. Penggunaan melampaui kapasitas berakibat kerusakan dan kecelakaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas beban design vs actual dari excavator hidrolik kapasitas 450 Kg yang digunakan di laboratorium. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif yaitu Analisa mekanis pada setiap parts yg terkait dan uji analisa FEM . Dengan dilakukan perhitungan ini maka dapat diketahui kekuatan dan kapasitas lengan excavator serta cara kerja dari sistem hidrolik. Hasil dari penelitian yaitu dengan perhitungan, rangka meja penopang lengan excavator mempunyai tegangan maksimal ($\sigma = 15.62 \text{ N/mm}^2$) lebih kecil dari tegangan maksimal bahan ($\sigma = 350 \text{ N/mm}^2$), dengan SF=22,4 maka konstruksi meja penopang alat peraga lengan excavator dinyatakan aman . Sedangkan untuk kekuatan silinder hidrolik mempunyai gaya pada saat *in stroke* sebesar F= 20.742 N dan saat *out stroke* sebesar F= 27.632 N. Jika kekuatan silinder hidrolik dibandingkan dengan beban total lengan excavator yang memiliki beban design maksimal terbesar diterima oleh silinder Boom yaitu sebesar F= 9.037,05 N, nilai ini lebih kecil dibandingkan kapasitas gaya dorong silinder F= 27.632 N, maka dapat disimpulkan bahwa sistem hidrolik aman digunakan karena gaya dorong lebih besar dari beban maksimal.

Kata kunci: Hidrolik, Tegangan, Gaya, Lengan Excavator.

ABSTRACT

Nowadays hydraulic systems are widely used in various industries. One tool that uses a hydraulic system is a hydraulic excavator or hydraulic excavator. The use of this tool must pay attention to its capacity. Usage beyond capacity results in damage and accident. The purpose of this study was to determine the actual vs design load capacity of a 450 Kg hydraulic excavator used in the laboratory. The method used in this study is a quantitative analysis of mechanical analysis on each part related and FEM analysis test. By doing this calculation, it can be seen the strength and capacity of the excavator's arm and the workings of the hydraulic system. The results of the study are by calculation, the excavator arm support table frame has a maximum stress ($\sigma = 15.62 \text{ N/mm}^2$) smaller than the maximum stress material ($\sigma = 350 \text{ N/mm}^2$), with SF = 22.4 the construction of the supporting table the excavator arm props are declared safe. Whereas the strength of the hydraulic cylinder has a force when in stroke of F = 20,742 N and when the out stroke of F = 27,632 N. If the strength of the hydraulic cylinder is compared to the total load of the excavator arm which has the largest maximum design load received by the Boom cylinder that is equal to F = 9,037.05 N, this value is smaller than the cylinder thrust capacity F = 27,632 N, it can be concluded that the hydraulic system is safe to use because the thrust is greater than the maximum load.

Keywords: Hydraulic, stress, force, excavator arm

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

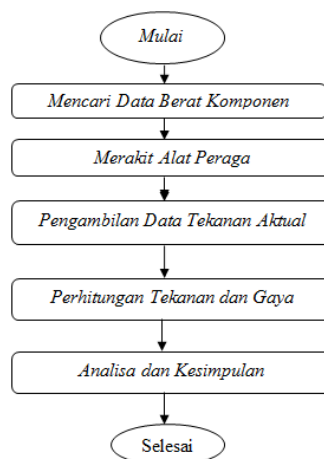
TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>**1. PENDAHULUAN**

Dewasa ini sistem hidrolik banyak digunakan dalam berbagai macam industri. Sistem dengan penggerak hidrolik banyak digunakan pada proses produksi, perakitan mesin, proses pemindahan, proses pengangkatan, proses mesin press, injection molding dan lain-lain. Pada dasarnya proses kerja alat dengan menggunakan sistem hidrolik adalah oli dengan tekanan dan viskositas tertentu yang mengalir dari tempat awal ke tempat lain. Tekanan pada oli hidrolik didapat dari *system power pack* yg terdiri dari motor listrik yg terhubung dengan pompa / gear pump yang melewati control manual valve, menuju relief valve, lalu menggerakkan silinder arah maju dan mundur. Salah satu alat yang menggunakan sistem hidrolik adalah *hydraulic excavator*.

Excavator hidrolik merupakan alat serbaguna yang dapat digunakan untuk menggali tanah (digging), memuat material ke dump truck (*loading*), mengangkat material (*lifting*), mengikis tebing (*scraping*), meratakan (*grading*), menggali parit, lubang, pondasi, penghancuran gedung, mengeruk sungai serta pertambangan (Khan, Islam, & Hossain, 2016). Konstruksi lengan hidrolik excavator umumnya terdiri dari boom, arm, dan bucket yang digerakkan oleh silinder hidrolik ("Static Analysis of Mini Hydraulic Backhoe Excavator Attachment Using Fea," 2012). Konstruksi hidrolik excavator terdiri atas dua bagian, yaitu bagian atas (*upper structure*) dan bagian bawah (*lower structure*). Bagian atas dari hidrolik excavator dapat berputar (*swing*) sebesar 360° (Anil, Ramesh, & Narasimhan, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas desain vs beban max dari excavator hidrolik yang akan digunakan. Penggunaan alat ini harus memperhatikan kapasitasnya. Penggunaan melampaui kapasitas berakibat kerusakan dan kecelakaan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>**2. METODE****2.1 Urutan Proses**

Urutan proses penelitian ini secara sederhana dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 1.

2.2 Alat Penelitian.

Pada penelitian ini beberapa alat yang digunakan.

- Power Pack*, yang merupakan suatu mesin tenaga hidrolik yang berfungsi untuk menggerakkan alat atau mekanisme aktuator. Aktuator yang dipakai adalah silinder hidrolik. *Power pack* merupakan gabungan dari beberapa komponen yang dirangkai menjadi satu kesatuan sehingga dapat menghasilkan tenaga hidrolik.
- Alat Peraga Lengan excavator. Alat ini menggunakan acuan hidrolik excavator komatsu type PC200LC-7 untuk desainnya yang diproduksi oleh PT. Komatsu (Weight & Capacity, 1900).
- Timbangan untuk mengukur berat komponen alat peraga lengan excavator yang digunakan.
- Pressure gauge* untuk mengukur tekanan aktual yang dihasilkan *power pack*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**3.1 Pengambilan Data**

Data-data yang diperoleh dari alat peraga tersebut seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Berat komponen alat peraga lengan excavator.

Nama Komponen	Jumlah	Ukuran	Total
Silinder Hidrolik	4	3 kg	$12 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 117,72 \text{ N}$
<i>Control Valve</i>	4	3 kg	$12 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 117,72 \text{ N}$
<i>Arm</i>	1	4 kg	$4 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 39,2 \text{ N}$
<i>Boom</i>	1	7 kg	$7 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 68,6 \text{ N}$
<i>Bucket</i>	1	1 kg	$1 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$
Baut Pengunci	1 Unit	5 kg	$5 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 49 \text{ N}$
Engsel / As	1	2 kg	$2 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 19,6 \text{ N}$
Selang dan <i>Fitting</i>	1 Unit	11 kg	$11 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 107,8 \text{ N}$
<i>Neeple</i>	1	1 kg	$1 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$
Dudukan dan <i>Bearing</i>	1	13 kg	$13 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 127,4 \text{ N}$
Tekanan Kerja Pompa	1	220 Bar	220 kg/cm ²

3.2 Perhitungan**3.2.1 Perhitungan Konstruksi Meja**

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

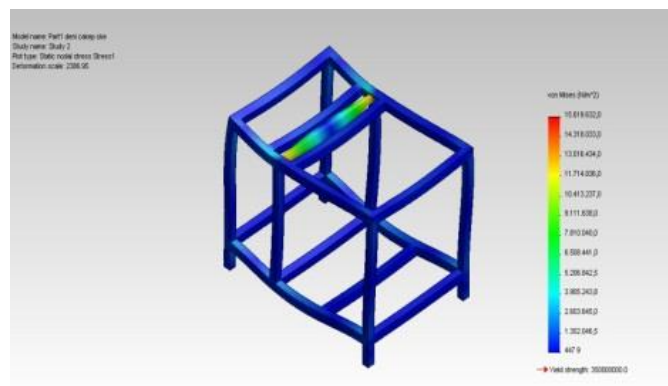
PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttmcileungsi.ac.id/index.php/teknosains>DOI: <http://10.37373/teknosains.v7no2.p11>

Tegangan (*Von Mises*) Adalah kumpulan gaya (*force*) pada suatu permukaan benda. Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Tegangan terbesar ditunjukkan pada warna paling merah, terkecil warna paling biru. Sedangkan area dengan tegangan sedang adalah area dengan warna kuning-hijau- biru muda. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 2.

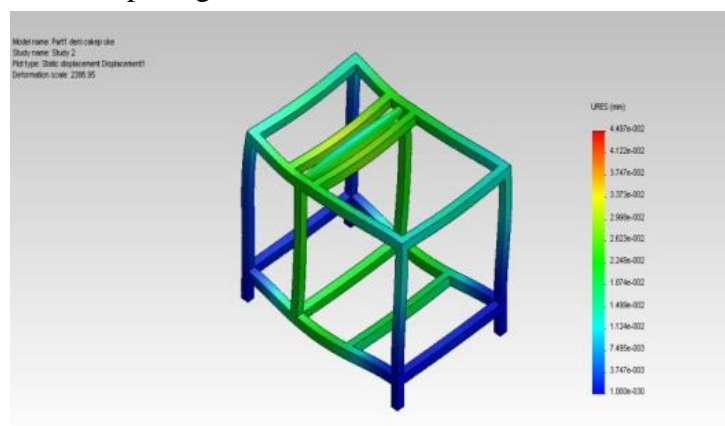


Gambar 2. Tegangan hasil simulasi

Berdasarkan hasil simulasi pada gambar 2, diperoleh nilai tegangan, yaitu tegangan maksimal sebesar $15,62 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan minimal sebesar $0,0048 \text{ N/mm}^2$.

A. Perubahan Bentuk (*Displacement*)

Bagian yang mengalami *displacement* paling besar adalah daerah berwarna paling merah dan bagian yang mengalami *displacement* paling kecil adalah bagian yang paling berwarna biru. Hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. *Displacement* hasil simulasi (Suryo, Bayuseno, Jamari, & Ramadhan, 2018)

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

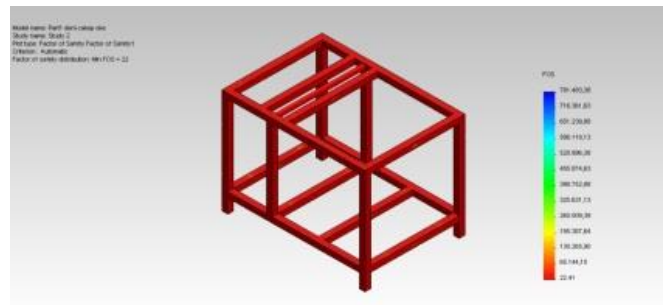
<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>

Berdasarkan hasil simulasi di atas, diperoleh nilai *displacement* yang paling besar yaitu 0.0449681 mm.

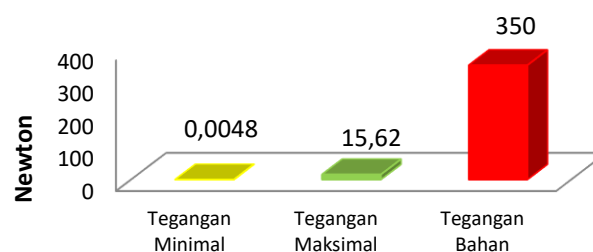
B. Faktor Keamanan (*Factor of Safety*/FOS/SF)

Adalah patokan utama yang digunakan dalam menentukan kualitas suatu produk. Patokannya, jika nilai FOS minimal kurang dari 1, maka produk tersebut jelek, tidak aman untuk diproduksi, cenderung membahayakan. Sebaliknya jika nilai FOS lebih dari 1 (biasanya antara 1–3) maka produk tersebut berkualitas baik, aman dan layak diproduksi. Namun apabila nilai FOS minimal mencapai 3 digit atau lebih (misal 100 atau lebih) maka produk tersebut aman, berkualitas baik namun harganya sangat mahal dan cenderung berbobot besar, karena material yang digunakan terlalu banyak. Hasil simulasi *factor of safety* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Safety factor* hasil simulasi (Suryo et al., 2018)

Berdasarkan hasil simulasi di atas diperoleh nilai *Safety factor* sebesar 22.4. Selanjutnya, hasil perhitungan yang didapatkan terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik tegangan meja

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai tegangan maksimal yang diterima oleh konstruksi meja adalah sebesar 15,62 N. Nilai tegangan maksimal yang diterima konstruksi

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucoc Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

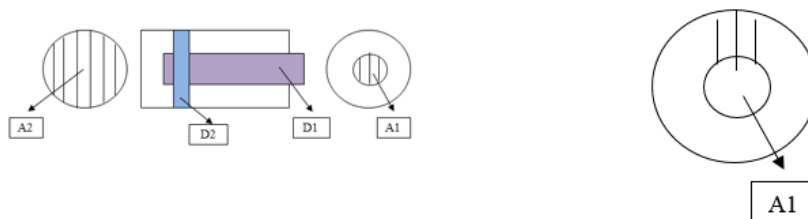
<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%oi.11>

meja masih di bawah nilai dari tegangan maksimal bahan sebesar 350 N. Karena tegangan yang diterima konstruksi meja akibat beban yang ada masih di bawah tegangan bahan, maka konstruksi meja dikatakan aman dengan *safety factor* sebesar 22,4.

3.2.2 Perhitungan Silinder Bucket.

- a. Massa *bucket* : 1 kg
- b. Massa silinder : 3 kg
- c. Percepatan gravitasi : 9.81 ms^{-2}
- d. Diameter piston silinder (D1) : 20 mm
- e. Diameter dalam silinder (D2) : 40 mm
- f. Panjang piston (*stroke*) : 100 mm
- g. Tekanan Fluida (P) : 220 kg/cm^2

Pada gambar 6 menunjukkan sketsa penampang silinder hidrolik pada Bucket, dimana setiap bagian mempunyai kode untuk menentukan perhitungan.



Gambar 6. Penampang silinder hidrolik

A. Mencari luas penampang silinder

1. Mencari luas penampang silinder saat maju

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi/4 (D2)^2 \\ &= 0,785 \times (40)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Mencari luas penampang piston silinder

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi /4 (D1)^2 \\ &= 0,785 \times (20)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 314 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Mencari luas penampang silinder saat mundur

$$\begin{aligned} A &= \pi /4 (D2)^2 - \pi /4 (D1)^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 - 314 \text{ mm}^2 \\ &= 942 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

B. Mencari gaya silinder

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>

1. Saat maju

$$\begin{aligned} F &= P \times A_2 \\ &= 22 \text{ N/mm}^2 \times 1256 \text{ mm}^2 \\ &= 27.632 \text{ N} \end{aligned}$$

2. Saat mundur

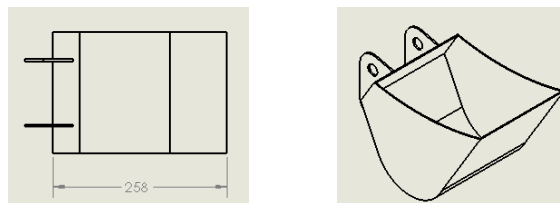
$$\begin{aligned} F &= P \times A \\ &= 22 \text{ N/mm}^2 \times 942 \text{ mm}^2 \\ &= 20.742 \text{ N} \end{aligned}$$

C. Mencari beban *bucket* :

$$\begin{aligned} F \text{ beban} &= \text{massa bucket} \times \text{gravitasi} \\ &= 1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ ms}^{-2} \\ &= 1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ ms}^{-2} \\ &= 9,81 \text{ N} \end{aligned}$$

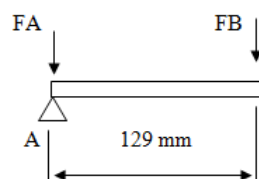
D. Mencari beban maksimal silinder *bucket*.

Pada gambar 7 menunjukkan desain sketsa Bucket dilihat dari atas dan gambar tiga dimensi.



Gambar 7. Desain sketsa Bucket (T, Y, & Y, 2017)

Dijelaskan pada gambar 8 menunjukkan skema pembebanan yang diterima oleh silinder bucket (Erklig & Yeter, 2013).



Gambar 8. Skema pembebanan silinder bucket

Diketahui:

$$F_A \text{ (gaya mundur silinder)} = 20.742 \text{ N}$$

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%oi.11>

FB (titik pusat massa)

$$\begin{aligned}
 &= \text{massa bucket} \times \text{gravitasi} \\
 &= 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 9,81 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Mencari beban maksimal silinder bucket

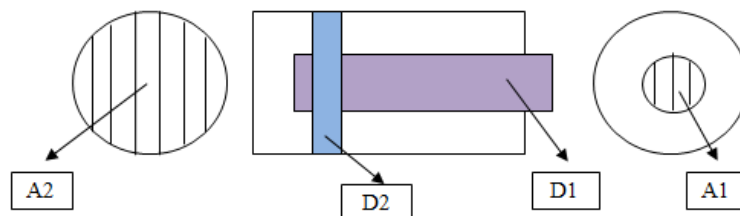
$$\begin{aligned}
 \sum MA &= 0 \\
 &= (FA \times 0 \text{ mm}) - (FB \times 129 \text{ mm}) = 0 \\
 &= (0 \text{ Nmm}) - (9,81 \text{ N} \times 129 \text{ mm}) = 0 \\
 &= (0 \text{ Nmm}) - (1.265,49 \text{ Nmm}) = 0 \\
 &= 1.265,49 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil bahwa silinder *Bucket* mengalami pembebanan sebesar 9,81 N. Beban yang diterima oleh silinder *Bucket* nilainya masih di bawah dari nilai kekuatan silinder *Bucket* (KUANTAMA, CRACIUN, & TARCA, 2016). Kekuatan silinder *Bucket* saat maju sebesar 27.632 N dan saat mundur sebesar 20.742 N maka $F_{\text{Silinder Bucket}} > F_{\text{beban}}$, sehingga mekanisme lengan *Bucket* dapat digerakkan. Beban maksimal yang mampu ditahan oleh silinder *Bucket* adalah 1.265,49 N.

3.2.3 Perhitungan Silinder Arm

- Diketahui :
- Massa *bucket* : 1 kg
- Massa *arm* : 4 kg
- Massa silinder : 3 kg
- Percepatan gravitasi : 9.81 ms^{-2}
- Diameter piston silinder (D1) : 20 mm
- Diameter dalam silinder (D2) : 40 mm
- Panjang piston (*stroke*) : 100 mm
- Tekanan Fluida (P) : 220 kg/cm^2

Pada gambar 9 menunjukkan sketsa penampang silinder hidrolik pada Arm.



Gambar 9. Penampang Silinder Hidrolik

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>**A. Mencari luas penampang silinder****1. Mencari luas penampang silinder saat maju**

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi / 4 (D_2)^2 \\ &= 0,785 \times (40)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Mencari luas penampang piston silinder

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi / 4 (D_1)^2 \\ &= 0,785 \times (20)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 314 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Mencari luas penampang silinder saat mundur

$$\begin{aligned} A &= \pi/4 (D_2)^2 - \pi/4 (D_1)^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 - 314 \text{ mm}^2 \\ &= 942 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

B. Mencari Gaya Silinder**1. Saat maju**

$$\begin{aligned} F &= P \times A_2 \\ &= 22 \text{ N/mm}^2 \times 1256 \text{ mm}^2 \\ &= 27.632 \text{ N} \end{aligned}$$

2. Saat mundur

$$\begin{aligned} F &= P \times A \\ &= 22 \text{ N/mm}^2 \times 942 \text{ mm}^2 \\ &= 20.742 \text{ N} \end{aligned}$$

C. Mencari Beban Silinder Arm :

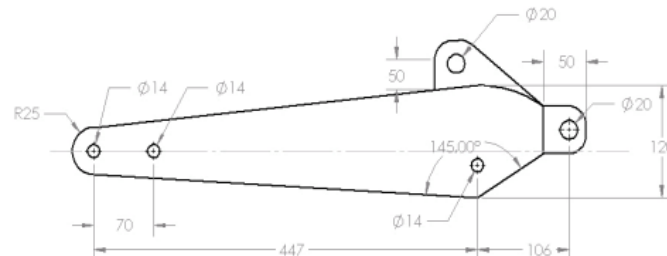
$$\begin{aligned} F \text{ beban} &= (\text{massa bucket} + \text{massa arm} + \text{massa silinder bucket}) \times \text{gravitasi} \\ &= (1 \text{ kg} + 4 \text{ kg} + 3 \text{ kg}) \times 9.81 \text{ ms}^{-2} \\ &= 8 \text{ kg} \times 9.81 \text{ ms}^{-2} \\ &= 78,48 \text{ N} \end{aligned}$$

D. Mencari Beban Maksimal Silinder Arm.

Gambar 10 menunjukkan gambar desain sketsa Arm.

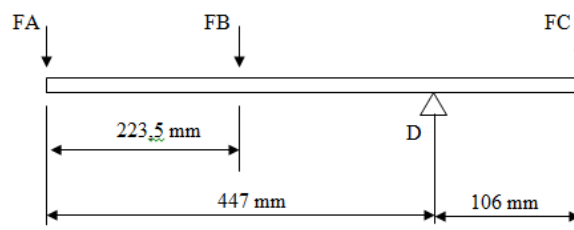
TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>

Gambar 10. Desain sketsa Arm

Dijelaskan pada gambar 11 menunjukkan skema pembebanan yang diterima oleh silinder arm.



Gambar 11. Skema Pembebanan Arm

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{FC (gaya mundur silinder)} &= 20.742 \text{ N} \\ \text{FB (titik pusat massa)} &= (\text{massa arm} + m \text{ silinder}) \times \text{gravitasi} \\ &= (4 + 3) \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 68,67 \text{ N} \end{aligned}$$

Mencari beban maksimal (FA)

$$\begin{aligned} \sum MD &= 0 \\ (\text{FC} \times 106 \text{ mm}) - (\text{FB} \times 223,5 \text{ mm}) - (\text{FA} \times 447 \text{ mm}) &= 0 \\ (20.742 \text{ N} \times 106 \text{ mm}) - (68,67 \text{ N} \times 223,5 \text{ mm}) - (\text{FA} \times 447 \text{ mm}) &= 0 \\ (2.198.652 \text{ Nmm}) - (15.347,745 \text{ Nmm}) - (\text{FA} \times 447 \text{ mm}) &= 0 \\ (\text{FA} \times 447 \text{ mm}) &= 2.183.304,26 \text{ Nmm} \\ \text{FA} &= 2.183.304,26 \text{ Nmm} / 447 \text{ mm} \\ \text{FA} &= 4.884,35 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil bahwa silinder *arm* mengalami pembebanan sebesar 78,48 N. Beban ini masih di bawah dari nilai kekuatan silinder *arm*, yaitu saat maju sebesar 27.632 N dan saat mundur sebesar 20.742 N. $F_{\text{Silinder Arm}} > F_{\text{beban}}$,

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.sttmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%oi.11>

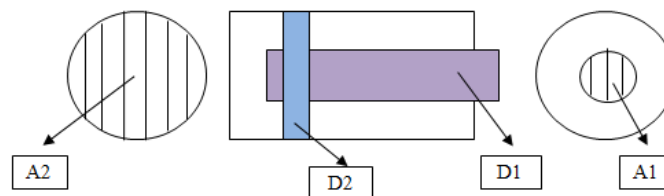
sehingga mekanisme lengan *arm* dapat digerakkan. Beban maksimal yang mampu ditahan oleh silinder *arm* sebesar 4.884,35 N.

3.2.4 Perhitungan Silinder Boom

Dalam perhitungan silinder boom ini, ada beberapa bagian yang harus diketahui dari awal, seperti pada data massa bucket, massa arm, massa silinder, percepatan gravitasi, diameter piston silinder, diameter dalam silinder, panjang piston, dan tekanan fluida.

- Massa *bucket* : 1 kg
- Massa *arm* : 4 kg
- Massa *Boom* : 7 kg
- Massa silinder : 3 kg
- Percepatan gravitasi : 9.81 ms^{-2}
- Diameter piston silinder (D1) : 20 mm
- Diameter dalam silinder (D2) : 40 mm
- Panjang piston (*stroke*) : 100 mm
- Tekanan Fluida (P) : 220 kg/cm^2

Pada gambar 12 menunjukkan sketsa penampang silinder hidrolis pada Boom.



Gambar 12. Penampang silinder hidrolis

A. Mencari Luas Penampang Silinder.**1. Mencari luas penampang silinder saat maju**

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi / 4 (D2)^2 \\ &= 0,785 \times (40)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

2. Mencari luas penampang piston silinder

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi / 4 (D1)^2 \\ &= 0,785 \times (20)^2 \text{ mm}^2 \\ &= 314 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

3. Mencari luas penampang silinder saat mundur

$$A = \pi / 4 (D2)^2 - \pi / 4 (D1)^2$$

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%oi.11>

$$= 1256 \text{ mm}^2 - 314 \text{ mm}^2$$

$$= 942 \text{ mm}^2$$

B. Mencari Gaya Silinder.

1. Saat maju

$$F = P \times A_2$$

$$= 22 \text{ N/mm}^2 \times 1256 \text{ mm}^2$$

$$= 27.632 \text{ N}$$

2. Saat mundur

$$F = P \times A$$

$$= 22 \text{ N/mm}^2 \times 942 \text{ mm}^2$$

$$= 20.742 \text{ N}$$

C. Mencari Beban Silinder Boom.

F beban = (massa *bucket* + massa silinder *bucket* + massa *arm* + massa silinder *arm* + massa *boom*) x gravitasi

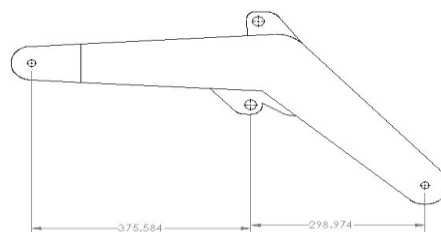
$$= (1 \text{ kg} + 3 \text{ kg} + 4 \text{ kg} + 3 \text{ kg} + 7 \text{ kg}) \times 9.81 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 18 \text{ kg} \times 9.81 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 176,58 \text{ N}$$

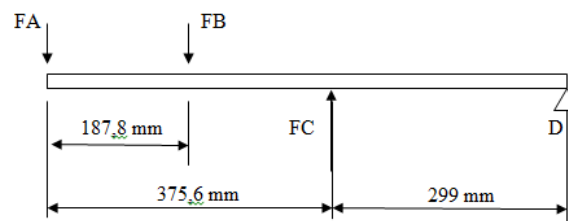
D. Mencari Beban Maksimal Silinder Boom.

Gambar 13 menunjukkan gambar desain sketsa boom.



Gambar 13. Desain sketsa Boom

Pada gambar 14 menunjukkan skema pembebanan yang diterima oleh silinder boom.



Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>

Gambar 14. Skema pembebanan boom

Adapun dalam gaya mundur silinder (FA), titik pusat massa (FB) dan (FA).

FC (gaya mundur silinder) = 20.742 N

FB (titik pusat massa) = (massa silinder arm + Massa Boom) x gravitasi

$$= (4 + 7) \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 107,91 \text{ N}$$

FA = (massa Bucket + massa silinder Bucket + massa arm) x gravitasi

$$= (1 + 3 + 4) \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 78,48 \text{ N}$$

Mencari beban maksimal silinder Boom

$$= [(FC \times 299 \text{ mm}) - \{(FB \times 486,7 \text{ mm}) + (FA \times 674,6 \text{ mm})\}] / 674,6 \text{ mm}$$

$$= [(20.742 \times 299 \text{ mm}) - \{(107,91 \text{ N} \times 486,7 \text{ mm}) + (78,48 \text{ N} \times 674,6 \text{ mm})\}] / 674,6 \text{ mm}$$

$$= [6.201.858 \text{ Nmm} - \{52.519,8 \text{ Nmm} + 52.942,61 \text{ Nmm}\}] / 674,6 \text{ mm}$$

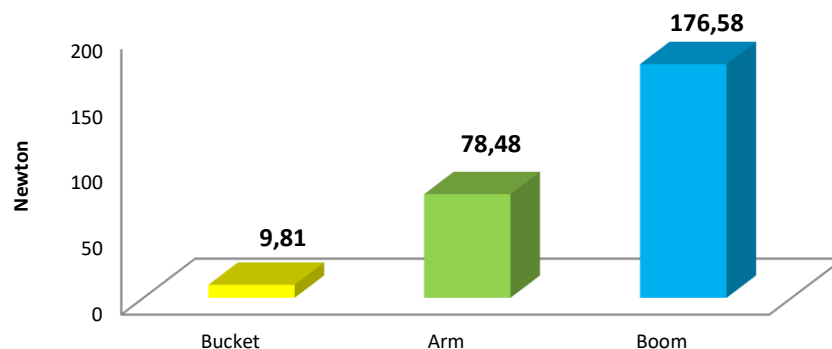
$$= [6.201.858 \text{ Nmm} - 105.462,41 \text{ Nmm}] / 674,6 \text{ mm}$$

$$= 6.096.395,59 \text{ Nmm} / 674,6 \text{ mm}$$

$$= 9.037,05 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil bahwa silinder boom mengalami pembebanan sebesar 176,58 N. Beban ini masih di bawah dari nilai kekuatan silinder boom, yaitu saat maju sebesar 27.632 N dan saat mundur sebesar 20.742 N. $F_{\text{Silinder Arm}} > F_{\text{beban}}$, sehingga mekanisme lengan boom dapat digerakkan. Beban maksimal yang mampu ditahan oleh silinder boom sebesar 9.037,05 N.

Beban yang diterima oleh tiap-tiap silinder seperti digambarkan pada gambar 15 dijelaskan detail beban yg diterima setiap bagian.



Gambar 15. Grafik beban silinder

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

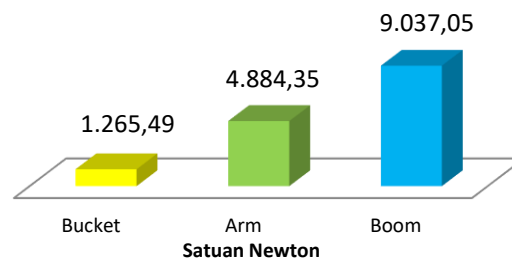
TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%oi.11>

Dari gambar grafik 15 dapat diketahui nilai beban yang diterima oleh setiap silinder. Silinder Bucket menerima beban sebesar 9,81 N, silinder Arm menerima beban sebesar 78,48 N dan silinder Boom menerima beban sebesar 176,58 N.

Sedangkan untuk beban maksimal yang diterima oleh setiap silinder dapat dilihat pada gambar 16 grafik beban maksimal yang diterima oleh silinder.



Gambar 16. Grafik beban maksimal silinder

Dari grafik 16 dapat diketahui bahwa nilai tegangan maksimal yang diterima silinder bucket, arm, dan boom. Nilai tegangan maksimal terbesar diterima oleh silinder boom dengan nilai sebesar 9.037,05 N. Nilai tegangan maksimal yang diterima oleh silinder Boom masih dibawah dari nilai tegangan maksimal yang dapat ditahan oleh silinder hidrolik yaitu sebesar 20.742 N.

3.3 Pengujian Alat Peraga Lengan Excavator

3.3.1 Langkah-Langkah Pengujian

- Power pack* dan alat peraga sistem hidrolik disiapkan.
- Kabel *extension* 3 phase disiapkan dan dihubungkan ke listrik PLN.
- Saklar dihidupkan.
- Tuas *control valve* digerakkan satu per satu sesuai dengan skema.
- Mengamati gerakan silinder dan posisi alat peraga.
- Jika sudah selesai, silinder diposisikan pada kondisi *in-stroke*.
- Mematikan saklar.

3.3.2 Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian dengan benar maka didapatkan hasil sebagai berikut:

- Power pack* bekerja dengan tekanan fluida sebesar 220 kg/cm².
- Alat peraga sistem hidrolik lengan excavator bekerja dengan baik.
- Tidak ada kebocoran oli pada sambungan selang dan nepel.
- Silinder *bucket out stroke* 100mm menghasilkan sudut gerak *bucket* sebesar 95°.
- Silinder *arm out stroke* 100mm menghasilkan sudut gerak *arm* sebesar 50°.

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>DOI: <http://10.37373/tekno.v%ovi%i.11>

- f. Silinder *boom out stroke* 100mm menghasilkan sudut gerak *boom* sebesar 45° .
- g. Silinder *swing out stroke* 100mm menghasilkan sudut putar *swing* sebesar 120° .

Setelah dilakukan perhitungan dan pengujian, alat peraga sistem hidrolik lengan excavator bekerja dengan baik. Dari hasil perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diketahui beban yang diterima oleh setiap silinder dan mekanisme sistem hidrolik dari alat peraga lengan excavator tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analisis tegangan maksimal akibat beban meja ($\sigma = 15,62 \text{ N/mm}^2$) lebih kecil dari tegangan maksimal bahan ($\sigma = 350 \text{ N/mm}^2$), maka konstruksi meja penopang alat peraga lengan excavator dinyatakan aman. Dengan tekanan maksimal yang bekerja pada sistem hidrolik lengan excavator yang dihasilkan oleh *Power pack* sebesar 220 kg/cm^2 . Silinder hidrolik mempunyai gaya sebesar $F = 27.632 \text{ N}$ saat maju dan $F = 20.742 \text{ N}$ saat mundur. Sedangkan untuk kekuatan silinder hidrolik mempunyai gaya pada saat *in stroke* sebesar $F = 20.742 \text{ N}$ dan saat *out stroke* sebesar $F = 27.632 \text{ N}$. Jika kekuatan silinder hidrolik dibandingkan dengan beban total lengan excavator yang memiliki beban desain maksimal terbesar diterima oleh silinder Boom yaitu sebesar $F = 9.037,05 \text{ N}$, nilai ini lebih kecil dibandingkan kapasitas gaya dorong silinder $F = 27.632 \text{ N}$, maka dapat disimpulkan bahwa sistem hidrolik aman digunakan karena gaya dorong lebih besar dari beban maksimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anil, S., Ramesh, D., & Narasimhan, S. N. L. (2018). Design and Analysis of 22 Ton Class Excavator Swing Braking System, *3*(7).
- Erklig, A., & Yeter, E. (2013). The Improvements of the Backhoe-Loader Arms. *Modeling and Numerical Simulation of Material Science*, *03*(04), 142–148. <https://doi.org/10.4236/mnsms.2013.34020>
- Khan, F. M., Islam, M. S., & Hossain, M. Z. (2016). Design aspects of an excavator arm. *International Review of Mechanical Engineering*, *10*(6), 437–442. <https://doi.org/10.15866/ireme.v10i6.9395>
- KUANTAMA, E., CRACIUN, D., & TARCA, R. (2016). Quadcopter Body Frame Model and Analysis. *ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY. Fascicle of Management and Technological Engineering.*, Volume XXV(1). <https://doi.org/10.15660/auofmte.2016-1.3205>
- Static Analysis of Mini Hydraulic Backhoe Excavator Attachment Using Fea. (2012), *1*(3).
- Suryo, S. H., Bayuseno, A. P., Jamari, J., & Ramadhan, G. (2018). Simulation of Excavator Bucket Pressuring Through Finite Element Method. *Civil Engineering Journal*, *4*(3), 478. <https://doi.org/10.28991/cej-0309107>
- T, D., Y, P., & Y, K. (2017). Study of Forces Acting on Excavator Bucket While Digging.

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 7, Nomor 2, Juli 2020, Hal 92-106

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: <http://10.37373/tekno.v%vi%i.11>

Journal of Applied Mechanical Engineering, 06(05). <https://doi.org/10.4172/2168-9873.1000282>

Weight, O., & Capacity, B. (1900). Pc450 -8 pc450lc -8 450, 1–24.

Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PERHITUNGAN LENGAN EXCAVATOR KAPASITAS 450 KG UNTUK LABORATORIUM - Ucok Mulyo Sugeng, Deniyanto