

ANALISIS STATIK PADA STRUKTUR *BUCKET EXCAVATOR* VOLVO EC460D MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

*Muroj Maulana Cahyo¹, Sumar Hadi Suryo², Bambang Yunianto³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: murojcahyo@gmail.com

Abstrak

Excavator merupakan mesin penggali yang biasanya digunakan untuk menggali tanah, membelah batu, membongkar jalan atau merobohkan bangunan. Salah satu komponen yang berperan dalam fungsi tersebut adalah bucket. Pada penelitian ini membahas tentang analisis statik bucket untuk menentukan nilai tegangan vonMises pada bucket serta mendapatkan nilai safety factor Bucket Excavator Volvo EC460D. Proses analisis pada bucket menggunakan perhitungan manual. Metode yang dilakukan meliputi penentuan jenis material HARDOX 400. Kemudian dilakukan analisis linear statik menggunakan metode elemen hingga untuk melihat tegangan maksimum yang terjadi pada bucket dengan 3 variasi posisi sudut yaitu 90°, 120°, 150°. Nilai tegangan vonMises pada setiap konfigurasi adalah 593.9 MPa, 419 MPa, 446.3 MPa, dan terbukti maximum breakout force pada posisi 90° sebesar 593.9 MPa. Nilai safety factor analisa tegangan bucket pada setiap konfigurasi yaitu 1.68, 2.38, dan 2.24.

Kata kunci: bucket; metode elemen hingga; safety factor; tegangan vonmises

Abstract

Excavators are excavators that are usually used to digging soil, cut rock, break roads or knock down buildings. One component that plays a role in this function is bucket. This research discusses the analysis of stress bucket of the excavator to determine the vonMises stress and factor of safety Bucket Excavator Volvo EC460D. The process of analysis the stress at the bucket of the excavator using manual calculations. The method includes the determination of the type of material HARDOX 400. Analysis was then performed in linear static using finite element method to see the maximum stress that occurs on the bucket of the excavator with 3 different angle that is 90°, 120°, 150°. The vonMises stress on each angle is 593.9 MPa, 419 MPa, and 446.3 MPa, and the maximum breakout force is at 90° angle with 593.9 MPa. The safety factor value on each angle is 1.68, 2.38, and 2.24.

Keywords: bucket excavator; finite element method; safety factor; von mises stress

1. Pendahuluan

Direktur Bina Kelembagaan dan Sumber Daya Konstruksi Direktorat Jenderal Bina Konstruksi (DJBK) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), Yaya Supriyatna memperkirakan kebutuhan pasokan alat berat konstruksi untuk mendukung program pembangunan Infrastruktur kurang lebih sebanyak 8.150 unit. Alat pendukung spesifik yang penting di konstruksi adalah alat berat. Alat berat tersebar meluas pada berbagai macam jenis konstruksi yang disesuaikan dengan kemampuan dan fungsi alat tersebut [1].

Excavator adalah peralatan yang berdaya gerak sendiri berantai kelabang (crawler track) atau beroda ban karet yang terpadu dengan seperangkat alat penggali dibagian depan yang digerakkan dan dapat dikendalikan serta berfungsi utama untuk menggali dengan menggunakan sebuah bucket.

Bucket merupakan bagian dari excavator yang fungsi utamanya adalah untuk menggali dan memuat material (tanah, batu, kayu, dan lain-lain). Kinerja bucket dalam pekerjaan penggalian menentukan kinerja keseluruhan, kemandirian, dan kenadalan excavator [2].

2. Metode Penelitian

2.1. Identifikasi Material

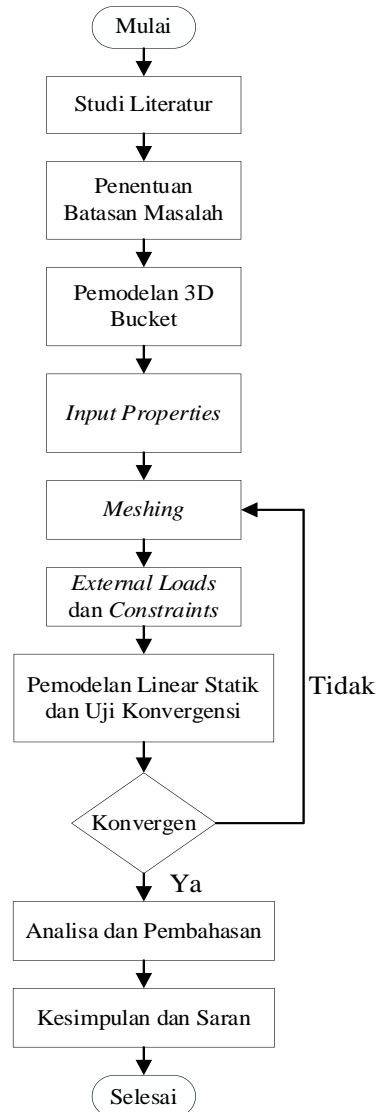
Pada penelitian ini, penentuan material *boom excavator* yang digunakan merujuk pada penelitian Bhaveshkumar yang membahas tentang karakterisasi material pada *boom excavator* yaitu Hardox 400 [3]. Data-data yang diperoleh dari penelitian tersebut diperlukan dalam proses optimasi desain *boom excavator* kali ini. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Data Karakteristik material Hardox 400 [4]

No.	Data karakteristik Hardox 400	Nilai
1	Modulus Elastisitas (E)	210000 Pa
2	<i>Poisson Ratio</i>	0.29
3	Massa Jenis	7473.57
4	<i>Yield Strength</i>	1000 MPa

2.2. Diagram Alir Penelitian

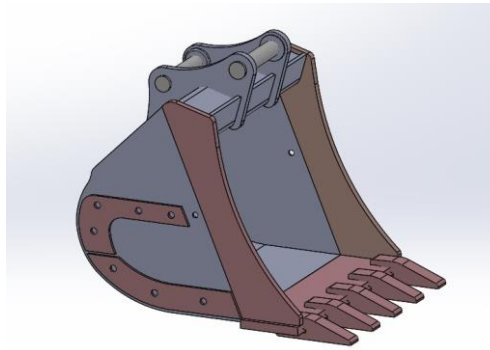
Pada penelitian ini terdapat langkah-langkah simulasi linear statik dan optimasi boom excavator yang mengacu pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.3. Proses Pemodelan 3D Bucket Excavator

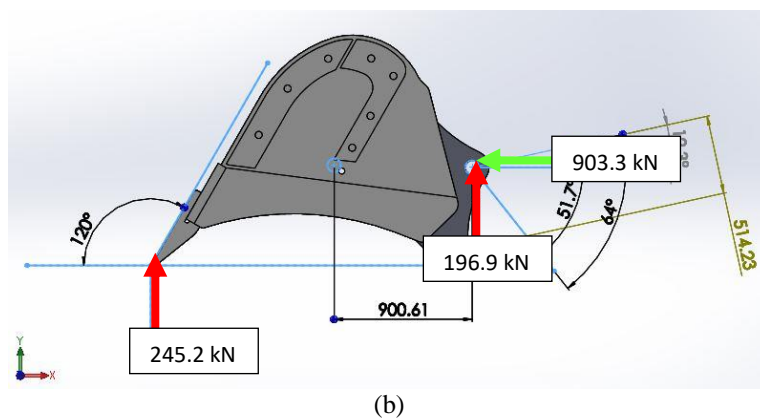
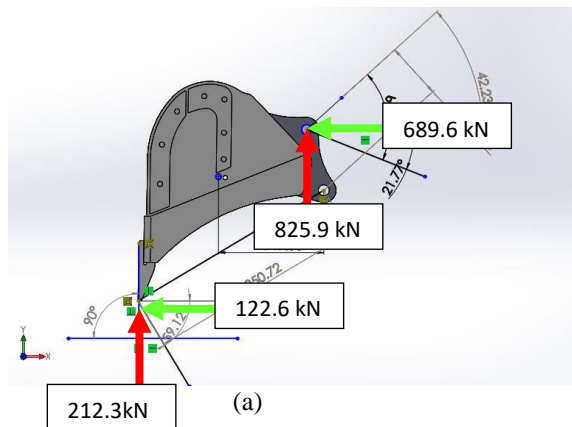
Bucket excavator yang digunakan dalam penelitian ini adalah *bucket excavator* Volvo EC460D seperti pada Gambar 2. Pembuatan desain *bucket* menggunakan *software CAD* dengan menggunakan pendekatan dari model aslinya. *Software CAD* yang digunakan untuk memodelkan adalah *Solidworks 2019*.

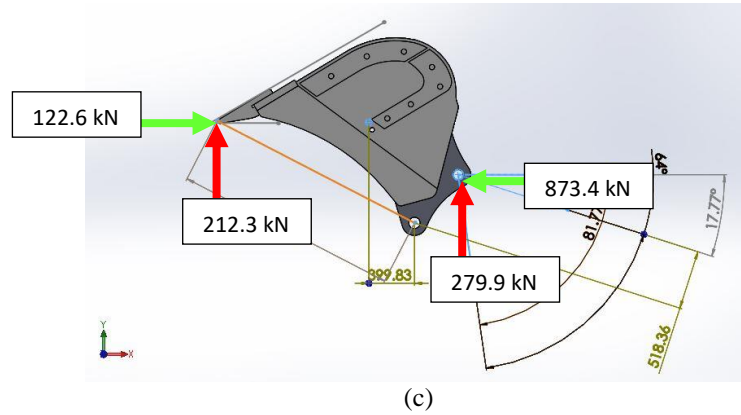


Gambar 2. Model 3D bucket

2.4. Pemodelan Linear Statik

Pemodelan linear static dipengaruhi oleh suatu gaya yang bekerja pada *bucket excavator*. Pada penelitian ini gaya diperoleh dari *bucket digging force* (F_b) [5]. *Excavator* yang digunakan adalah Volvo EC460D dengan *bucket digging force* sebesar 245200 N [6]. Menggunakan perhitungan, dapat diperoleh reaksi gaya dan arahnya sesuai dengan beban yang diberikan. Hasil reaksi gaya dan arah gaya menggunakan tiga variasi konfigurasi posisi 90°, 120°, 150° seperti pada Gambar 3[7].



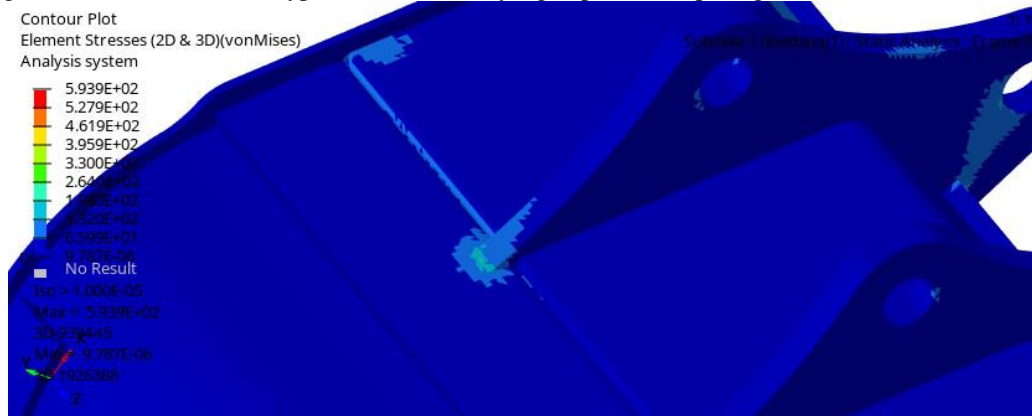


(c)
Gambar 3. Konfigurasi (a) posisi 90°, (b) posisi 120°, (c) posisi 150°

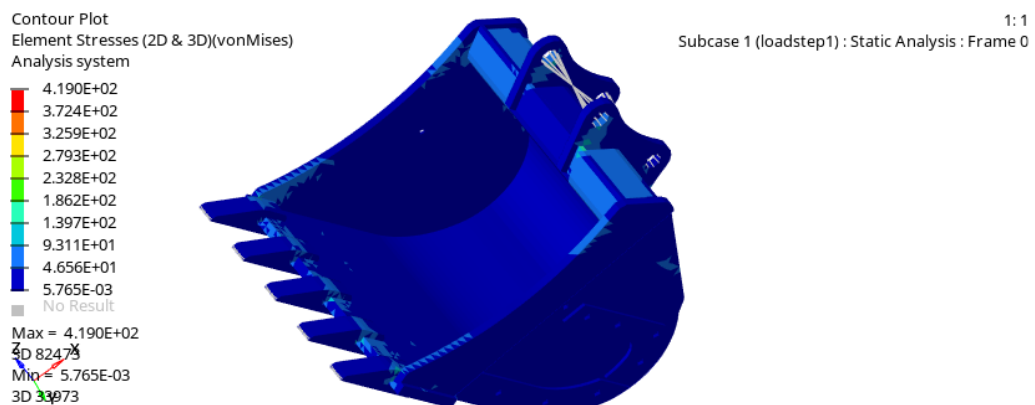
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Simulasi Linear Statik

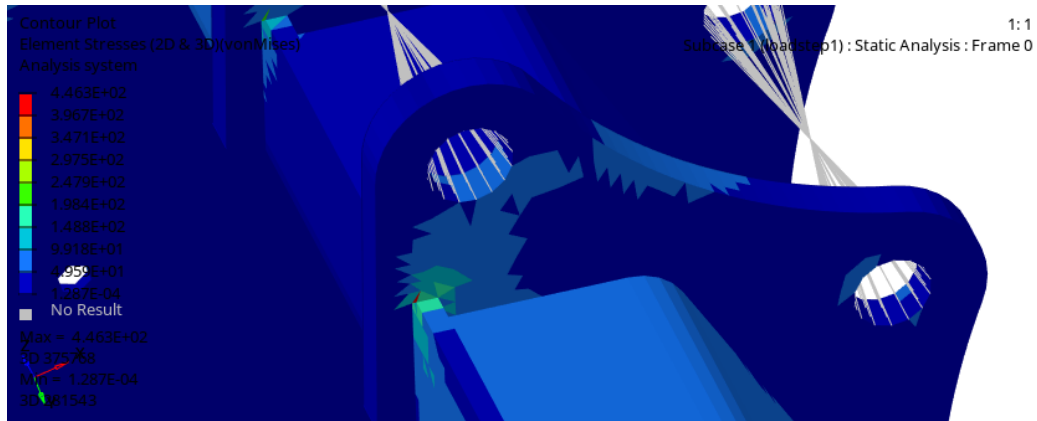
Untuk mengetahui apakah material yang digunakan tidak mengalami kegagalan dan dapat dioptimasi dilakukan analisa linear statik untuk mendapatkan nilai vonMises dari suatu desain dengan material yang didapatkan dari hasil identifikasi [8]. Hasil tegangan VonMises dari tiga konfigurasi posisi boom dapat ditentukan dengan simulasi linear static menggunakan software Altair Hyperworks 2019[9] yang dapat dilihat pada gambar 5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Nilai tegangan vonMises pada *bucket excavator* Volvo EC460D (a) posisi 90°, (b) posisi 120°, (c) posisi 150°.

3.2. Hasil Uji Konvergensi

Untuk menentukan jumlah elemen yang sesuai dilakukan uji konvergensi terlebih dahulu [10] yang dapat dilihat pada sampai didapat hasil yang konvergen pada setiap kenaikan elemen dengan melakukan perbaikan mesh secara bertahap dan pada daerah tertentu.

Tabel 2. Nilai tegangan maksimum vonMises tiap elemen posisi 90°

No.	Maximum elements size (mm)	Tegangan vonMises (MPa)
1	10	593.5
2	20	400.4
3	30	544.2
4	40	478.8
5	50	372.1

Tabel 3. Nilai tegangan maksimum vonMises tiap elemen posisi 120°

No.	Maximum elements size (mm)	Tegangan vonMises (MPa)
1	10	383.5
2	20	413.9
3	30	390.7
4	40	419
5	50	338.7

Tabel 4. Nilai tegangan maksimum vonMises tiap elemen posisi 150°

No.	Maximum elements size (mm)	Tegangan vonMises (MPa)
1	10	379.3
2	20	446.3
3	30	377.9
4	40	417.5
5	50	398

3.3. Perhitungan Safety Factor

Untuk menilai keamanan hasil analisis tegangan vonMises dapat menggunakan analisis safety factor pada setiap variasi perbedaan sudut dan variasi perbedaan ukuran meshing

1. Hasil *safety factor* pada variasi sudut 90°

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n_f = \frac{1000}{593.9} = 1.68$$

2. Hasil *safety factor* pada variasi sudut 120°

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n_f = \frac{1000}{419} = 2.38$$

3. Hasil *safety factor* pada variasi sudut 150°

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n_f = \frac{1000}{446.3} = 2.24$$

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan simulasi linear static menggunakan metode elemen hingga didapatkan nilai tegangan vonMise pada konfigurasi posisi 90° sebesar, konfigurasi posisi 120 sebesar, konfigurasi posisi 150 sebesar. Nilai tegangan vonMises terbesar didapatkan pada posisi 90 dengan nilai *safety factor* sebesar dan *displacement* sebesar. Sementara Nilai tegangan vonMises paling rendah didapatkan pada posisi 120 dengan nilai *safety factor* sebesar dan *displacement* sebesar .

5. Daftar Pustaka

- [1] Belakang, A. L. (2016) ‘Pengertian terminologi “sejahtera” pada Kamus Besar Bahasa Indonesia versi daring www.kbbi.web.id terakhir diakses pada 19 Mei 2016. 1 1’, pp. 1–205
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015) ‘Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 15/PRT/M/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat’. Available at: <http://www.kemenkumham.go.id/>
- [3] Bhaveshkumar P.Patel., dkk., 2013.,” Structural Optimization Of Mini Hydraulic Backhoe Excavator Attachment Using Fea Approach”, 9
- [4] SSSAB.,”Hardox 400 sheet”,. Data sheet 2061uk Hardox 400 Sheet 2016-03-02
- [5] Patel, B.P. & Prajapati, J.M. 2012. “Evaluation Of Bucket Capacity, Digging Force Calculations And Static Force Analysis Of Mini Hydraulic Backhoe Excavator”. Machine Design. 4(1). 59-66. ISSN 1821-1259.
- [6] Volvo EC460C., (2007) Hydraulic Excavator specifications.
- [7] SAE J1179 : Hydraulic Excavator and Backhoe Digging Force. Warrendale : SAE International, 1990.
- [8] Chunlei Yu., dkk., 2020., “Finite element analysis of excavator mechanical behavior and boom structure optimization”, 173 (2021) 108637
- [9] Altair HyperWorks Help. [Referred 10.4.2013].
- [10] Jeff Gardiner., “Finite Element Analysis Convergence and Mesh Independence”, Selley, et all, Engineering Optimization. Budapest, 2012.