

## ANALISA POROS ALAT UJI KEAUSAN UNTUK SISTEM KONTAK *TWO-DISC* DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

**Anang Hadi Saputro**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muria Kudus  
Email: ananghadisaputro7@gmail.com

**Taufiq Hidayat**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muria Kudus  
Email: taufiq.hidayat@umk.ac.id

**Qomaruddin**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muria Kudus  
Email: qomaruddin@umk.ac.id

### ABSTRAK

Poros uji spesimen menggunakan bahan ST60. Pada poros uji spesimen ini mendapatkan momen torsi dan tekanan pada saat dilakukan pengujian yang memungkinkan terjadinya kegagalan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa kekuatan pada poros spesimen uji pada alat uji keausan untuk sistem kontak *two-disc* dengan memvariasikan putaran (500 Rpm, 1000 Rpm, 1500 Rpm) dan beban dari *pneumatik* (30N, 40N, 50N). Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga yang dimana dilakukan perhitungan tegangan *Von Misses Stress* secara teoretis kemudian dilakukan simulasi menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* dengan variabel beban sebesar 30 N, 40N, dan 50N. Serta menggunakan variabel putaran sebesar 500 Rpm, 1000 Rpm, dan 1500 Rpm. Poros spesimen uji dinyatakan aman dikarenakan nilai dari *Von Misses Stress* yang terjadi pada poros uji spesimen lebih kecil dibandingkan dengan nilai *yield strength* per *safety factor* poros tersebut.

**Kata kunci:** elemen hingga, poros, *safety factor*, *von misses stress*, *yield strength*.

### ABSTRACT

*Specimen test axis using ST60 material. In this specimen test axis, it can get torsion moment and pressure when it was testing. It perhaps caused failure. The objective of the research is for analyzing the power of specimen test axis in wear test tool for two-disc contact system which varies rotation ( 500 Rpm, 1000 Rpm, 1500 Rpm) and load from pneumatic (30 N, 40 N, 50 N). This research is using Finite Element Method which is done by the counting Von Misses Stress electrical current theoretically then it is done simulation using Autodesk Inventor 2015 software with load variable 30 N, 40 N and 50 N. And using rotation variable 500 Rpm, 1000 Rpm and 1500 Rpm. Specimen test axis is secure because of Von Misses Stress which is happened in specimen test axis is smaller than the score of yield strength per that axis safety factor.*

**Keywords:** axis finite element, safety factor, von misses stress, yield strength.

### 1. PENDAHULUAN

Alat uji keausan untuk sistem kontak *two – disc* yang terdapat di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muria Kudus memiliki fungsi sebagai alat uji keausan *disc* maupun *gear* atau roda gigi. Alat uji keausan ini termasuk dalam sistem tribologi. Tribologi adalah ilmu dan teknologi yang mempelajari peristiwa interaksi dua permukaan yang bergerak relatif satu terhadap lainnya, dimana didalamnya terdapat fenomena gesekan, pelumasan, dan keausan. (Firmansyah, 2010).

Pengertian tentang keausan dijelaskan oleh beberapa ahli antara lain standar GOST (USSR) mendefinisikan keausan sebagai "Perubahan geometri permukaan yang mengalami gesekan dan perubahan dalam fisik-mekanik lapisan - lapisan permukaan material selama periode *sliding* awal, yang

pada umumnya terjadi dengan sendirinya, dengan mengasumsikan kondisi eksternal konstan, dalam berkurangnya kerja gesek, temperatur, dan laju keausan" (Kraghelsky, 1982).

Pada alat uji keausan untuk sistem kontak *two – disc* mempunyai banyak komponen didalamnya termasuk poros spesimen uji. Terdapat dua poros spesimen uji yaitu poros spesimen uji yang menerima pembebanan dan poros spesimen uji yang memberikan pembebanan. Dalam proses pengujian, poros spesimen uji menerima pembebanan dari sistem *pneumatik hidrolic* dengan beban, waktu serta kecepatan putar yang berbeda. Pada poros spesimen uji pembebanan hanya dari *T-Gear* berat dan beban maksimal dari sistem *pneumatik* sebesar 30 N - 50 N. Dikhawatirkan akan terjadi patah pada poros saat pengujian berlangsung.

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dalam setiap mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran . Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar. Menurut Stolk Jac, Elemen Mesin (1994;169), poros ini berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain. Poros bisa menerima beban-beban lenturan, tarikan, tekan, atau puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau bergabung satu dengan yang lainnya. Bila beban tersebut bergabung kita dapat mencari kekuatan statis dan dinamik (Mitchell 1999).

Penggunaan metode elemen hingga adalah pada analisa struktur meliputi: analisa tegangan/*stress*, *buckling*, dan analisa getaran dan kelompok masalah-masalah *non* struktur meliputi: perpindahan panas, mekanika fluida dan distribusi dari potensial listrik serta magnet.

Pada proses perhitungan teoritis menggunakan perhitungan kegagalan (*von misses*) yang kemudian akan dilakukan proses analisa menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* yang memfokuskan pada gaya berat serta torsi akibat dari pembebanan yang timbul pada poros uji spesimen.

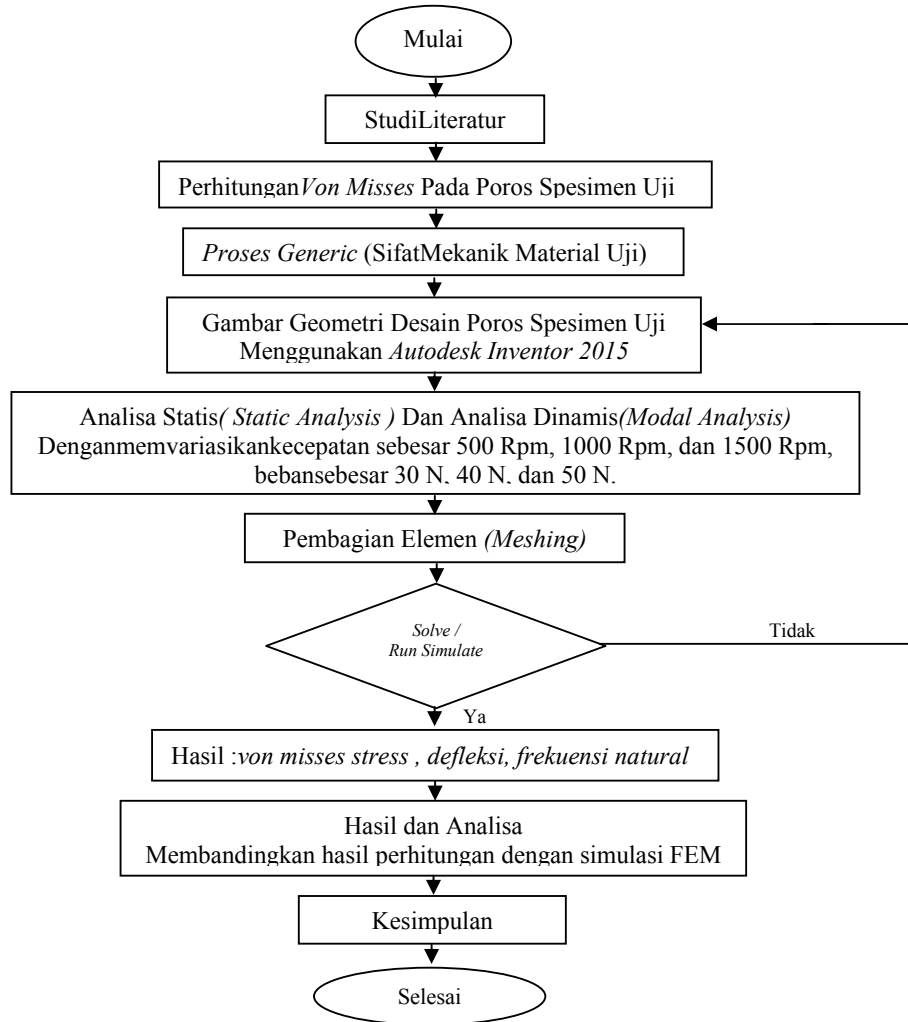
Menganalisa kekuatan pada poros spesimen uji alat uji keausan untuk sistem kontak *two-disc* dengan memvariasi kecepatan (500 Rpm, 1000 Rpm, 1500 Rpm) dan beban dari pneumatik (30 N, 40 N, dan 50 N) menggunakan perhitungan teori kegagalan (*Von Misses*) kemudian dilakukan simulasi FEM (*Finite Element Method*).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses desain rancangan poros spesimen uji menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* kemudian dilakukan proses simulasi dengan langkah – langkah sebagai berikut :

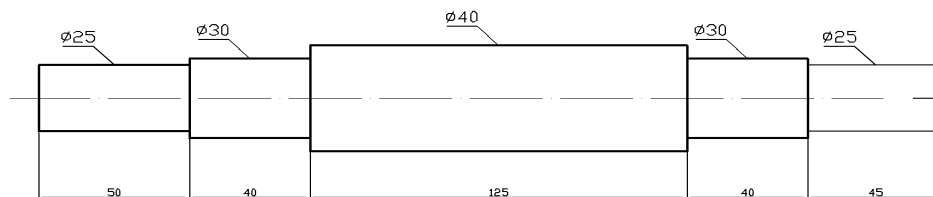
- 1) *Pre proccesing*, yaitu proses menjelaskan proses desain geometri poros mesin , penentuan jenis material, penentuan daerah tumpuan (*fixed*), proses *meshing*, dan penentuan letak pembebanan serta besar gaya.
- 2) Proses pemodelan geometri poros menggunakan *Autodesk Inventor 2015*.
- 3) *Create simulation*.
- 4) Menentukan jenis material.
- 5) Analisa statis (*static analysis*), dalam tahap ini dilakukan penentuan jenis material, penentuan daerah tumpuan (*fixed*), proses *meshing*, dan penentuan letak pembebanan serta besar gaya.
- 6) Penentuan kondisi batas dan jenis pembebanan (*Boundary Condition*).
- 7) *Meshing*, yaitu membagi geometri ini menjadi bagian-bagian kecil berupa garis yang terhubung pada *node-node* yang tersebar di seluruh geometri benda.
- 8) Analisa dinamis (*Modal Analysis*), dilakukan untuk mengetahui frekuensi pribadi poros dalam beberapa mode.
- 9) *Solve / run simulate*, pada proses ini data-data yang dimasukkan pada tahap sebelumnya akan diolah untuk mendapatkan hasil analisa pada *tool* simulasi.
- 10) *Post proccesing*, merupakan proses akhir dari penyelesaian metode elemen hingga. Hasil simulasi *Autodesk Inventor* akan ditampilkan berupa gambar dan data total deformasi dan tegangan maksimum hasil komputasi pada proses *simulate*.

Untuk lebih jelasnya mengenai proses sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Proses Desain Rancangan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Dimensi Poros Spesimen Uji

Data – data yang diperoleh dari lapangan adalah sebagai berikut :

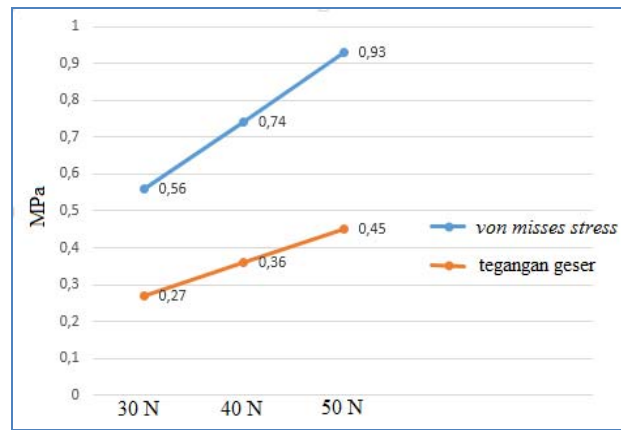
- 1) Bahanporos ST 60.
- 2) *General Yield Strength* sebesar 327,018 Mpa.
- 3) *Ultimate Tensile Strength* sebesar 670,998 Mpa.
- 4) Sistem transmisi daya menggunakan *T-Belt* dan *T-Gear*.
- 5) Daya motor sebesar 1,5 KW dengan putaran motor 1500 rpm.
- 6) Beban yang diterima pada proses pengujian 30N, 40N, dan 50N.

Hasil dari perhitungan teoritis dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1. Tabel hasil perhitungan teoritis**

<i>Beban (N)</i>	<i>Von Misses Stress (Mpa)</i>	<i>Tegangan geser (Mpa)</i>
30	0,56	0,27
40	0,74	0,36
50	0,93	0,45

Dari tabel 1 dapat diketahui nilai *von misses stress* dan tegangan geser, pada tabel tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada poros maka akan semakin meningkat pula nilai *von missesstress* dan tegangan gesernya, nilai tegangan tertinggi yaitu pada beban 50 N sebesar 0,93 MPa, dan 0,45 Mpa yang semula pada beban 30 N hanya memiliki nilai *von misses stress* dan tegangan geser sebesar 0,56 MPa dan 0,27 MPa.



**Gambar 3. Pengaruh Pembebanan Terhadap Tegangan Geser Maksimum dan Von Mises Stress.**

Grafik pada gambar 3 menunjukkan kenaikan nilai tegangan geser maksimum *mises*, nilai terus meningkat karena beban yang terus diberikan.

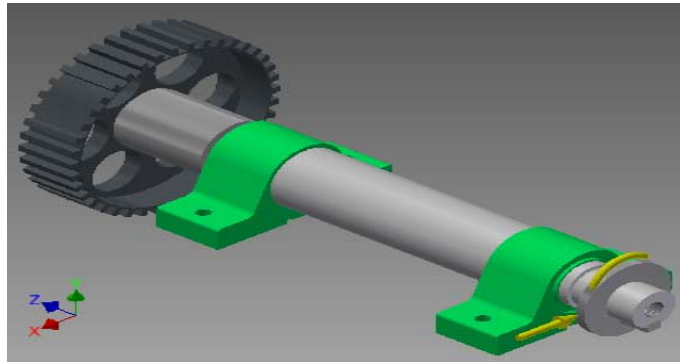
### 3.1 Simulasi FEM (Finite Element Method)

Jenis tumpuan yang digunakan adalah *fixed* dan jenis pembebanan adalah *force* dan *moment*.



**Gambar 4. Penentuan Letak Tumpuan (*fixed*)**

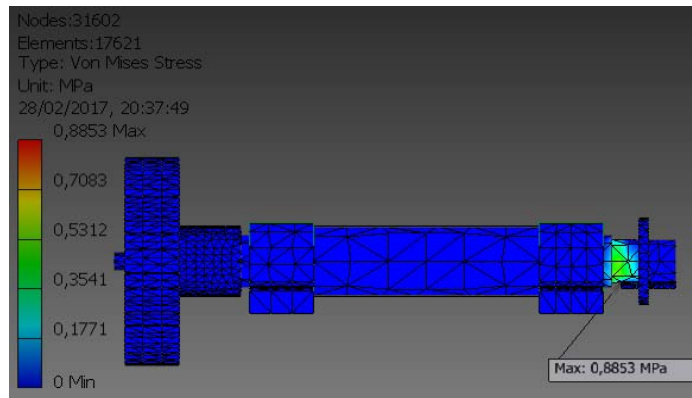
Pada gambar 4 diketahui letak tumpuan adalah pada *bearing* kiri dan kanan.



**Gambar 5. Letak Beban dan Momen Torsi**

Pada gambar 5 menunjukkan letak pembebanan dari pembebanan yang diterima dari pembebanan *pneumatik* yaitu sebesar 30 N, 40 N, dan 50 N. Serta menunjukkan letak pembebanan dari momen torsi.

### 3.2 Hasil simulasi Von Misses Stress



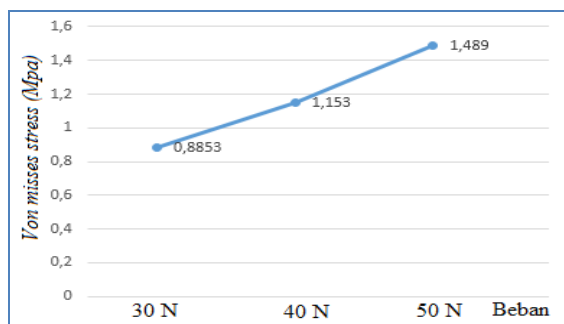
**Gambar 6. Hasil Simulasi Von Misses Stress**

Pada gambar 6 menunjukkan hasil simulasi FEM (*Finite Element Method*) nilai dari *Von Misses Stress* dengan menggunakan *Autodesk Inventor 2015*. Hasil dari simulasi *von misses stress* dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2. Tabel hasil simulasi von misses stress**

<i>Beban (N)</i>	<i>Von Misses Stress (Mpa)</i>
30	0,8853
40	1,153
50	1,489

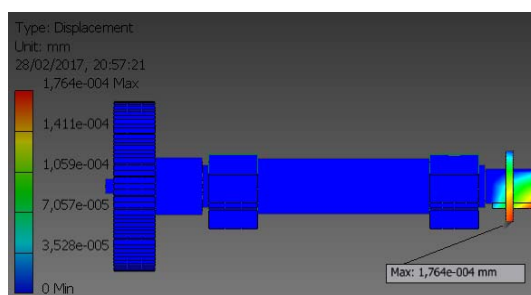
Dari tabel 2 dapat diketahui nilai *von misess stress*, pada tabel tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada poros maka akan semakin meningkat pula nilai *von mises*, nilai tegangan tertinggi yaitu pada beban 50 N sebesar 1,489 MPa yang semula pada beban 30 N hanya memiliki nilai *von misess stress* 0,8853 MPa.



**Gambar 7. Grafik Simulasi Von Misses Stress**

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai *Displacement* pada tiap beban yang diberikan.

### 3.3 Hasil Simulasi Displacement



**Gambar 8. Hasil Simulasi Displacement**

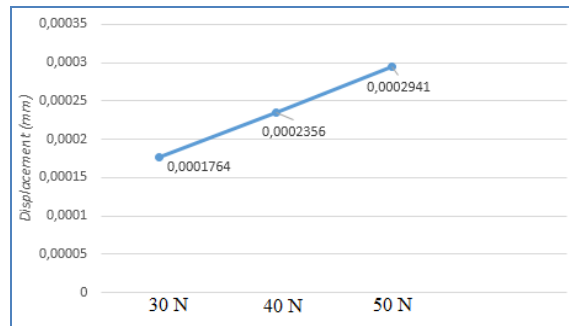
Pada gambar 8 menunjukkan hasil simulasi FEM (*Finite Element Method*) nilai dari *Displacement* dengan menggunakan *Autodesk Inventor 2015*.

Hasil dari simulasi *Displacement* dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 3. Tabel hasil simulasi displacement**

<i>Beban (N)</i>	<i>Displacement (mm)</i>
30	$1,764 \times 10^{-4}$
40	$2,356 \times 10^{-4}$
50	$2,941 \times 10^{-4}$

Dari tabel 3 dapat diketahui nilai *Displacement*, pada tabel tersebut menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima atau diberikan kepada poros maka akan semakin meningkat pula nilai *Displacement*, nilai tertinggi yaitu pada beban 50 N sebesar  $2,941 \times 10^{-4}$  mm yang semula pada beban 30 N hanya memiliki nilai *Displacement*  $1,764 \times 10^{-4}$  mm.



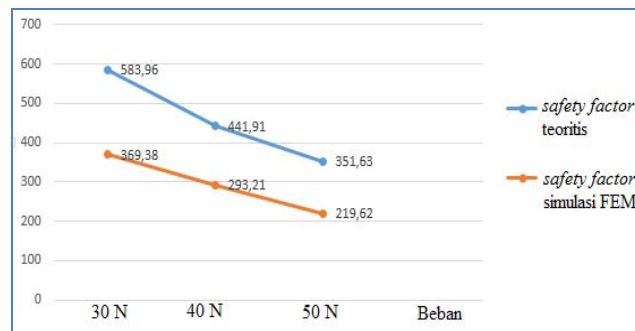
Gambar 9. Grafik Simulasi *Displacement*

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai *Displacement* pada tiap beban yang diberikan. Dengan menggunakan rumus sebelumnya dapat diketahui nilai *safety factor* pada tabel berikut.

Tabel 4. Nilai *safety factor*

No	Beban (N)	Safety factor	
		Teoritis	Simulasi FEM
1	30	583,96	369,38
2	40	441,91	293,21
3	50	351,63	219,62

Tabel *safety factor* diatas menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima maka akan menurunkan nilai *safety factor*, sehingga menyebabkan nilai kegagalan yang terjadi akan semakin besar [3].



Gambar 10. Grafik nilai *safety factor*

Gari grafik diatas didapatkan penurunan nilai *safety factor* yang diakibatkan oleh penambahan beban yang diterima. Setelah nilai *safety factor* diketahui, maka kondisi poros dapat diketahui pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Kondisi poros spesimen uji

Beban (N)	Von Misses Stress (MPa)	Keterangan
30	0,8853	Aman
40	1,153	Aman
50	1,489	Aman

Dari tabel diatas diketahui bahwa poros spesimen uji pada alat uji keausan untuk sistem kontak *two-disc* dengan variabel beban 30N, 40N, dan 50N dinyatakan aman dikarenakan nilai dari *Von Misses Stress* per *safety factor* yang terjadi pada poros lebih kecil dari nilai *yield strength* atau nilai kekuatan mulur dari poros tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Nilai *Von Misses Stress* terbesar sebesar 0,93 MPa pada beban 50 N (teoritis) dan 1,489 MPa pada beban 50 N (FEM). Sedangkan nilai *Von Misses Stress* terkecil sebesar 0,56 MPa pada beban 30 N (teoritis) dan 0,8853 MPa pada beban 30 N (FEM).
- 2) Semakin meningkat beban yang diberikan, maka semakin meningkat pula nilai *von misses stress* poros tersebut.
- 3) Poros spesimen uji dinyatakan aman karena nilai dari *Von Misses Stress* baik dari perhitungan teoritis maupun dari simulasi FEM menggunakan *Autodesk Inventor 2015* yang terjadi pada poros lebih kecil dari nilai *yield strength* atau nilai kekuatan mulur dari poros tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alchasin, Syaiful A.B. 2011. *Modul Training Autodesk Inventor 2012*. Bogor: Lapan.
- [2] Darmawan, Budi. 2010. *Studi Eksperimen Umur Lelah Baja Poros AISI 1045 Hasil Uenching-Tempering Variasi Temperatur dan Waktu Temper pada Uji Rotaring Bending*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [3] Jatmoko Awali, Asroni. 2013. *Analisa Kegagalan Poros dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga. Turbo*, 2 (2), 39-44.
- [4] Murdifin, Achmad. 2016. *Analisa TeganganPoros Baja Aisi 1045 PadaMesinGergajiKayuAkibat Torsi DenganMenggunakanMetodeElemenHingga*, *JurnalTeknikMesinUniversitasMuria* Kudus, Kudus.
- [5] Ngadiyono, Yatin. *Modul Pembelajaran Autodesk Inventor*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6] Zainuri, Ahmad. 2010, *Tegangan Maksimun Dan Faktor Keamanan Pada Poros Engkol DaihatsuZebra Espass Berdasarkan Metode Numerik*.*Jurnal Teknik Mesin Universitas Mataram*, Mataram.