



TUGAS AKHIR – AB 1956 - 409

**RANCANG BANGUN ALAT BANTU PEMBUKA
GLAND SILINDER HIDROLIK *EXCAVATOR***

**Oleh:
Aril Adit Pratama
NRP. 33212301025**

**Dosen Pembimbing 1
Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.**

**Dosen Pembimbing 2
Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T.**

**PRODI D3 TEKNIK MESIN ALAT BERAT
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI
POLITEKNIK NEGERI MADURA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aril Adit Pratama
NRP : 33212301025
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka Gland Silinder Hidrolik Excavator** adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenarnya.

Sampang, 28 Juli 2026

Yang menyatakan,



Aril Adit Pratama

NRP. 33212301025

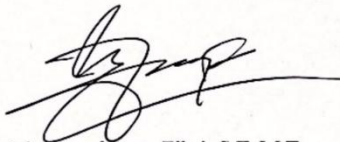
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka
Gland Silinder Hidrolik *Excavator*
Penulis : Aril Adit Pratama
NRP : 33212301025
Program Studi : D3 Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk
disidangkan. Ditandatangani di Politeknik Negeri madura.

Menyetujui,

Pembimbing I



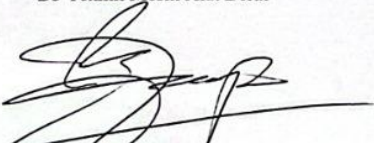
Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T
NIPPPK. 197705222021211005

Pembimbing II



Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T.
NIP.199212222019032019

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIPPPK. 197705222021211005

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIPPPK. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka Gland Silinder Hidrolik Excavaor

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md. T.)

Pada

Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
Program Studi Teknik Mesin Alat Berat
Politeknik Negeri Madura

Oleh:

Aril Adit Pratama
NRP: 33212301025

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 28 juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. (Pembimbing I)
2. Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T. (Pembimbing II)
3. Annafiyah S.Si., M.T. (Penguji I)
4. Misbakhul Fatah, S.T., M.T. (Penguji II)
5. Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. (Penguji III)

SAMPANG

28 Juli 2026

Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka *Gland* Silinder Hidrolik *Excavator*

Nama : Aril Adit Pratama
NRP : 33212301025
Pembimbing 1 : Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
Pembimbing 2 : Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T

ABSTRAK

Proses pembongkaran *gland* silinder hidrolik *excavator* umumnya masih dilakukan secara konvensional menggunakan palu dan pahat sehingga membutuhkan tenaga kerja yang besar, waktu yang relatif lama, serta berpotensi menimbulkan kerusakan pada komponen. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator* yang mampu mempermudah proses pembongkaran secara aman dan efisien. Metode penelitian meliputi perancangan menggunakan *SolidWorks* 2025, pemilihan material S50C, proses manufaktur, pengujian tarik material, simulasi statik, serta pengujian kinerja alat melalui pengukuran torsi. Hasil pengujian tarik menunjukkan material S50C memiliki *yield strength* sebesar 444,25 MPa dan *tensile strength* sebesar 674,62 MPa. Simulasi statik pada beban torsi aktual menghasilkan tegangan maksimum sebesar 73,71 MPa, lebih kecil dari tegangan izin 111 MPa sehingga alat dinyatakan aman digunakan. Pengujian menunjukkan alat mampu menghasilkan torsi pembukaan sebesar 182,02 Nm sehingga proses pembukaan *gland* menjadi lebih mudah, aman, dan efisien dibandingkan metode *konvensional*.

Kata kunci: rancang bangun, *gland* silinder hidrolik, *excavator*, momen torsi, *SolidWorks*.

Design and Fabrication of an Excavator Hydraulic Cylinder Gland Removal Tool

Nama : Aril Adit Pratama
NRP : 33212301025
Supervisor 1 : Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
Supervisor 2 : Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T

ABSTRACT

The dismantling process of excavator hydraulic cylinder glands is generally carried out using conventional methods, such as hammers and chisels, which require considerable manpower, a relatively long working time, and may cause damage to the components. This study aimed to design and fabricate an excavator hydraulic cylinder gland removal tool capable of simplifying the dismantling process safely and efficiently. The research method consisted of tool design using SolidWorks 2025, S50C material selection, manufacturing, tensile testing, static simulation, and performance testing through torque measurement. The tensile test results showed that S50C steel has a yield strength of 444.25 MPa and a tensile strength of 674.62 MPa. Static simulation under the actual torque load produced a maximum stress of 73.71 MPa, which is lower than the allowable stress of 111 MPa, indicating that the tool is structurally safe for operation. Performance testing demonstrated that the developed tool generated a gland removal torque of 182.02 Nm, making the dismantling process easier, safer, and more efficient than conventional methods.

Keywords: *design and manufacturing, hydraulic cylinder gland, excavator, torque, SolidWorks.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi Teknik Mesin Alat Berat Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis mempunyai ide gagasan untuk menyusun laporan TA yang berjudul **"Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka Gland Silinder Hidrolik Excavator"**

Terwujudnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, kedua orang tua penulis dan orang tersayang, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan teima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfyah, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Indutri sekaligus dosen pembimbing 1
4. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.
5. Yth. Ibu Auliana Diah Wilujeng, S.T., M.T.. Selaku dosen pembimbing 2

-
6. Kedua orang tua saya Supar dan Sulis. Terima kasih atas segala doa serta pengorbanan dan tulus kasih sayang yang telah diberikan kepada saya.
 7. Kepada saudara saya, Maya Sri Mulyani. Terima kasih telah memberikan semangat, dukungan dan motivasi serta terima kasih telah senantiasa meluangkan waktunya untuk menjadi tempat dan pendengar terbaik penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
 8. Teman-teman Teknik Mesin Alat Berat atas dukungannya dan saran yang telah diberikan.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 28 juli 2026



Aril Adit Pratama
NRP. 33212301025

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Pengertian Sistem Hidrolik	7
2.2.1 Silinder hidrolik	8
2.2.2 Komponen-Komponen Silinder Hidroolik	9
2.2.3 Komponen <i>Gland</i> pada Silinder Hidroolik	9
2.2.4 Seal pada Silinder Hidrolik	10
2.3 Proses <i>Manufaktur</i>	11
2.3.1 Mesin <i>CNC (Computer Numerical Control)</i>	11
2.3.2 Mesin <i>Frais</i>	12
2.3.3 Material S50C	13

2.4 Data Torsi Pembuka <i>Gland</i> Silinder Hidrolik <i>Excavator</i>	15
2.5 Rumus yang digunakan	16
2.5.1 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	16
2.5.2 Tegangan izin.....	16
2.5.3 Momen Torsi.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Tahapan Penelitian	18
3.1.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>)	18
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Desain Gambar.....	20
3.4 Proses Pembuatan Alat.....	21
3.5 Prosedur Pelepasan <i>Gland</i>	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisa Kebutuhan Material.....	29
4.1.1 Pengujian Tarik material S50C	30
4.1.2 Hasil dan pembahasan pengujian tarik S50C	31
4.2 Analisa Simulasi	31
4.2.1 Simulasi <i>Static</i>	31
4.2.2 Hasil dan pembahasan simulasi <i>static</i>	34
4.3 Analisa Pengujian Alat.....	35
4.3.1 Pengambilan data torsi	35
4.3.2 Hasil dan pembahasan data torsi	36
4.3.3 Perhitungan momen Torsi pada saat membuka <i>gland</i>	36
4.3.4 Analisis Penyebab Tingginya Torsi Pembukaan <i>Gland</i> Silinder Hidrolik	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39



5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
LAMPIRAN.....	44
BIODATA PENULIS	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Silinder Hidrolik	8
Gambar 2. 2 Komponen Komponen Silinder Hidrolik	9
Gambar 2. 3 <i>Gland</i> Silinder Hidrolik	10
Gambar 2. 4 Seal Silinder hidrolik	11
Gambar 2. 5 Mesin CNC <i>Miling</i>	12
Gambar 2. 6 Mesin <i>Frais</i>	13
Gambar 2. 7 Material S50C.....	14
Gambar 2. 8 Nilai Torsi Dari OMM.....	15
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i>	18
Gambar 3. 2 Desain 3D.....	20
Gambar 3. 3 Proses Pembuatan alat utama menggunakan CNC <i>Miling</i>	21
Gambar 3. 4 setting BK sebelum proses pengeboran dan pengetapan	22
Gambar 3. 5 Perakitan Alat	22
Gambar 3. 6 Kondisi <i>Gland</i> Tertutup.....	24
Gambar 3. 7 Pemasangan Alat Bantu ke <i>Gland</i>	25
Gambar 3. 8 Pelepasan <i>Hose</i> Silinder	26
Gambar 3. 9 Pemutaran Alat Supaya <i>Gland</i> Terbuka	27
Gambar 3. 10 Kondisi <i>Gland</i> Pada Saat Terbuka	28
Gambar 4. 1 Proses Pengujian tarik (S50C)	30
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Tarik	31
Gambar 4. 3 Letak <i>Fixture</i>	32
Gambar 4. 4 Letak beban tosi.....	32
Gambar 4. 5 Simulasi <i>static</i>	33
Gambar 4. 6 Data (F)	35
Gambar 4. 7 Data (L)	36
Gambar 4. 8 Simulasi Desaaain Yang Diberi Beban Torsi 182,02Nm	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 2. 3 Kandungan Yang Ada Pada Material	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 DED Pencekam Bawah	44
Lampiran. 2 DED Pencekam Atas.....	45
Lampiran. 3 DED Pencekam <i>Gland</i>	46
Lampiran. 4 Data Torsi dari <i>OMM</i>	47

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sektor industri dan pertambangan, alat berat memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang pekerjaan manusia. Keberadaan alat berat mampu menggantikan pekerjaan manual yang sebelumnya membutuhkan waktu lama dan tenaga besar. Pada masa sebelum berkembangnya teknologi alat berat modern, pekerjaan dilakukan menggunakan peralatan sederhana sehingga prosesnya tidak efisien. Dengan diterapkannya sistem hidrolik, pekerjaan kini dapat dilakukan dengan lebih mudah, cepat, dan aman, serta mampu meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko kecelakaan terhadap pekerja, peralatan, maupun lingkungan [1].

Silinder hidrolik merupakan komponen kritis pada sistem alat berat yang berfungsi menggerakkan bagian utama seperti *boom*, *arm*, dan *bucket*. Komponen ini bekerja dengan memanfaatkan tekanan fluida hidrolik untuk menghasilkan gaya dan gerakan linier yang besar. Kinerja silinder hidrolik sangat dipengaruhi oleh kondisi fluida, kualitas *seal*, serta presisi perakitan komponen internal[2]. Apabila terjadi penurunan kualitas fluida atau keausan pada *seal*, maka akan timbul kebocoran yang dapat menyebabkan berkurangnya tekanan kerja dan menurunkan performa sistem secara keseluruhan.

Pemeliharaan silinder hidrolik yang dilakukan secara berkala merupakan upaya preventif untuk menjaga keandalan sistem dan memastikan peralatan selalu berada dalam kondisi siap operasi, namun dalam praktiknya proses pembongkaran

komponen *gland* masih banyak dilakukan menggunakan metode seperti pemukulan dengan palu, penggunaan pahat. Selain itu, proses pembongkaran tersebut membutuhkan man power yang relatif besar, yaitu sekitar empat orang, serta memerlukan waktu yang cukup lama, berkisar antara 20–30 menit[3].

Oleh karena itu *special tool* untuk membuka gland silinder hidrolik adalah alat yang dirancang secara spesifik untuk melakukan pekerjaan membuka gland agar pada saat proses pembukaan lebih mudah. Pada penelitian Purwono, H. dkk. 2022. Penggunaan *special tool* terbukti mampu mempercepat proses kerja, menghemat tenaga, dan mengurangi keterlibatan sumber daya manusia dibandingkan metode manual, sekaligus meningkatkan tingkat keamanan kerja[3].

Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Pembuka *Gland* Silinder Hidrolik *Excavator*. Penelitian ini sekaligus dibuat untuk memenuhi kebutuhan pada praktikum di Politeknik Negeri Madura, dimana dengan adanya alat bantu pembuka gland silinder hidrolik ini diharapkan menambah efisiensi kerja pada bengkel Politeknik Negeri Madura.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, disusunlah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun alat bantu pembuka gland silinder hidrolik *excavator* ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, disusunlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada perancangan dan pembuatan alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator* tipe ulir (*threaded gland*).
2. Alat bantu yang dirancang hanya difokuskan untuk silinder hidrolik *excavator* ukuran kecil hingga menengah.
3. Pengujian alat bantu dibatasi pada *gland* silinder hidrolik *excavator* tipe *head hook*.
4. Penelitian ini tidak membahas aspek otomatisasi atau sistem penggerak hidrolik/listrik pada alat bantu.
5. Penelitian ini tidak membahas program CNC.
6. Alat ini dibatasi untuk pembukaan *gland* bagian *boom excavator* 305.SE2

1.4 Tujuan

Tujuan penyusun dalam perancangan mesin dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat merancang dan membuat alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh pada perancangan mesin dari tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Memudahkan dalam proses pembukaan *gland* silinder hidrolik *excavator*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah penelitian yang sudah pernah di buat oleh peneliti sebelumnya ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

No.	Judul	Nama Penulis	Kesimpulan Penelitian
1	Pembuatan Alat Bantu Khusus Pelepasan dan Pemasangan <i>Piston Seal Cylinder Hydraulic Unit Excavator PC200-8M0</i>	Orlando, R.R.B. DKK. 2022[4].	Alat bantu khusus yang dirancang terbukti meningkatkan efisiensi waktu kerja, keselamatan mekanik, serta mengurangi jumlah <i>manpower</i> dibandingkan metode manual.

2.	Analisa Kerusakan Hydraulic Cylinder Boom pada Unit <i>Excavator</i> Kobelco SK200-10	Orlando, R.R.B. DKK. 2022[4].	Kerusakan utama pada silinder <i>boom</i> disebabkan oleh ausnya O-ring dan <i>seal</i> akibat gesekan piston rod dengan <i>cylinder barrel</i> dan <i>gland cover</i> , sehingga menimbulkan goresan yang menyebabkan kebocoran oli hidrolik. Solusi perbaikan dilakukan dengan mengganti seal dan O-ring untuk mengembalikan performa silinder.
3.	Analisis Rancang Bangun <i>Special Tool Stopper Blade Lift Cylinder</i> pada Unit D85E-SS-2	Barokah, M,Y. DKK. 2024[5].	Penggunaan <i>special tool stopper blade lift cylinder</i> terbukti meningkatkan keselamatan kerja, mempercepat proses pengukuran tekanan oli hidrolik, serta mengurangi kebutuhan tenaga kerja dibandingkan metode konvensional, sehingga dinilai lebih aman dan

			efisien untuk kegiatan perawatan alat berat.
--	--	--	--

2.2 Pengertian Sistem Hidrolik

Sistem Hidrolik merupakan teknologi pemindah daya yang memanfaatkan fluida cair sebagai media utama dalam meneruskan tenaga. Fluida cair memiliki sifat menyesuaikan dengan bentuk wadahnya dan bersifat *inkompresibel*, sehingga memungkinkan tekanan diteruskan tanpa perubahan volume. Prinsip kerja sistem hidrolik didasarkan pada Hukum Pascal, yaitu tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan merambat ke segala arah dengan besar yang sama. Dalam penerapannya, fluida yang digunakan umumnya berupa oli karena tidak dapat dimampatkan serta mampu melumasi komponen sistem. Oleh karena itu, sistem hidrolik menjadi sistem penerusan daya yang efektif dengan memanfaatkan sifat zat cair yang mampu meneruskan tekanan secara merata. Ada

beberapa alasan mengapa zat cair dapat digunakan dalam sistem hidrolik :

1. Cairan mengikuti bentuk wadah (tempat) dimana cairan itu berada. Ruang atau volume yang ditempati oleh zat cair tadi dinamakan Displacement.
2. Zat cair tidak dapat dimampatkan (*Non-Compressible*).
3. Zat cair meneruskan tekanan ke semua arah[6].

2.2.1 Silinder hidrolik

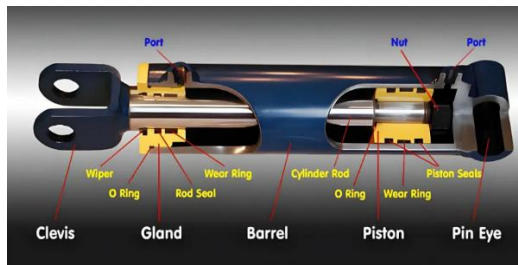
Silinder hidrolik adalah komponen mekanis yang mengubah energi hidrolik menjadi energi mekanik. Energi hidrolik ini dihasilkan oleh tekanan yang diberikan oleh fluida hidrolik (*Lubricating Oil*) dalam silinder, yang kemudian mendorong piston untuk bergerak. Silinder Hidrolik merupakan sarana yang memakai Fluida buat mentrasfer dan mengendalikan tekanan serta gerakan. Keuntungan memakai silinder hidrolik dalam hal transfer energi yang kuat hanya menggunakan komponen kecil[6]. Silinder hidrolik ditunjukkan pada gambar 2.1 yakni:



Gambar 2. 1 Silinder Hidrolik

2.2.2 Komponen-Komponen Silinder Hidrolik

Dalam Silinder Hidrolik terdapat beberapa bagian-bagian penting seperti pada gambar 2 diantaranya yaitu : *Clevis*, *Gland*, *Barrel*, *Piston*, *Pin eyes*, *Port*, *Nut*, *Wiper*, *O ring*, *Rod seal*, *Wear ring*, *Cylinder rod*, *Piston seal*[3]. Komponen-komponen silinder hidrolik ditunjukkan pada gambar 2.2 yakni:



Gambar 2. 2 Komponen Komponen Silinder Hidrolik

2.2.3 Komponen *Gland* pada Silinder Hidrolik

Gland merupakan bagian dari kepala silinder yang berfungsi sebagai penopang dan kedudukan *seal*, serta sebagai pengatur keluarnya batang piston dari dalam silinder. Fungsi utama *gland* meliputi:

1. Menahan tekanan fluida di dalam silinder agar *seal* tetap efektif.
2. Menjaga pergerakan *rod* tetap lurus dan stabil.
3. Mencegah kebocoran fluida baik internal maupun ke luar lingkungan.
4. Menyediakan titik pemasangan *seal* dan *wiper* yang melindungi komponen internal dari kontaminan

Gland umumnya dirancang dengan toleransi ketat dan dipasang dengan sistem ulir atau sambungan *klip* khusus. Ketika *seal* mengalami keausan atau saat perawatan, gland harus dilepas untuk mengganti *seal* atau melakukan pemeriksaan bagian dalam silinder. *Gland* ditunjukkan pada gambar 2.3 yakni:[3].



Gambar 2. 3 Gland Silinder Hidrolik

2.2.4 Seal pada Silinder Hidrolik

Seal merupakan komponen yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida baik secara internal maupun eksternal. Jenis *seal* yang digunakan antara lain:

1. Rod seal: mencegah kebocoran fluida di sekitar batang piston.
2. Piston *seal*: mencegah kebocoran antar ruang silinder.
3. *Wiper seal*: mencegah kotoran masuk ke dalam silinder.

Kerusakan *seal* merupakan penyebab utama kebocoran pada silinder hidrolik, sehingga penggantian seal secara berkala merupakan bagian penting dari pemeliharaan sistem hidrolik. *seal* ditunjukkan pada gambar 2.4 yakni:[3].



Gambar 2. 4 Seal Silinder hidrolik

2.3 Proses Manufaktur

2.3.1 Mesin CNC (*Computer Numerical Control*)

Computer Numerical Control (CNC) merupakan salah satu komponen inti dalam suatu proses *manufaktur* presisi yang harus dikuasai oleh mahasiswa terutama mahasiswa teknik mesin. Proses permesinan CNC diawali dengan mendesain obyek menggunakan *software* berbasis *Computer Aided Design* (CAD) kemudian diteruskan ke dalam proses *manufacturing* menggunakan *software* berbasis *Computer Aided Manufacturing* (CAM)) yaitu sebuah teknologi aplikasi yang menggunakan perangkat lunak komputer dan mesin untuk memfasilitasi dan mengotomatisasi proses manufaktur. *Computer Aided Manufacturing* (CAM)) sering digunakan bersama dengan *Computer-Aided Design* (CAD). Perangkat lunak berupa integrasi bersama antara CAD dan CAM disebut sebagai CAD/CAM *software* sebagai contoh *MaterCAM*. Selain persyaratan bahan, sistem *Computer Aided Manufacturing* (CAM) modern meliputi kontrol *real-time* dan robotika. Simulasi proses *cutting*/pembentukan benda kerja dalam *software* CAD/CAM dapat disimulasikan.

Aplikasi CAD/CAM digunakan untuk mendesain suatu bagian mesin dan membuat program CNC untuk proses

pemesinannya. Terdapat banyak *software* CAD/CAM yang beredar di pasaran, antara lain: *Emcodraft CAD/CAM*, *MasterCam*, *BobCam*, *DelCam*, dan *SolidCam*. *Software Mastercam* adalah *software* yang dikembangkan oleh CNC *Software, Inc* dari Amerika. *Mastercam* adalah jenis *software* yang digunakan oleh para profesional di industri manufaktur. *Mastercam* adalah *software* program komputer bantuan manufaktur (CAM) yang digunakan pada bidang manufaktur atau teknologi mesin profesional, seperti teknisi dan programmer CNC. *Mastercam* memungkinkan perencanaan perkakas dan pembuatan kode NC pada suatu part/benda kerja. Part ini dapat digambar dengan menggunakan *Mastercam* atau diimpor dari paket *software* CAD lain. Adapun juga gambar mesin CNC ditunjukkan pada gambar 2.5 yakni:[7].

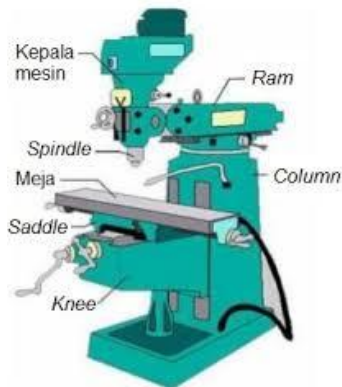


Gambar 2. 5 Mesin CNC Miling

2.3.2 Mesin Frais

Mesin frais (*milling machine*) adalah mesin perkakas yang dalam proses pemotongannya dengan menyayat/memakan bendakerja menggunakan alat potong bermata banyak yang berputar (*multipoint cutter*) yang bisa dikenal dengan pisau frais

(*milling cutter*). Pada saat alat potong (*cutter*) berputar, gigi-gigi potongnya menyentuh permukaan benda kerja yang dijepit ragam pada meja mesin frais, sehingga terjadilah pemototongan/penyayatan dengan kedalaman sesuai penyetingan. Maka setelah beberapa proses penyayatan jadilah benda produksi sesuai dengan gambar kerja yang dikehendaki. Penyayatan pada benda kerja dengan mesin frais dapat dilakukan pada bidang datar, sisi tegak, miring bahkan pembuatan alur dan roda gigi. Untuk lebih jelasnya pada Gambar 2.4 dapat dilihat bagian-bagian utama mesin frais[8].



Gambar 2. 6 Mesin Frais

2.3.3 Material S50C

Baja S50C adalah baja karbon menengah dengan kandungan karbon berkisar antara 0,47% hingga 0,53%, Baja ini menunjukkan sifat mekanik yang sangat baik dengan kekuatan tarik 650 N/mm². Baja S50C banyak digunakan dalam aplikasi termasuk suku cadang otomotif seperti roda gigi, dan poros (*shaft*). Sifat baja ini memungkinkan penyesuaian dalam

kekuatan dan ketangguhan, sehingga cocok untuk berbagai keperluan industri. Dalam meningkatkan sifat mekaniknya, proses perlakuan panas seperti annealing memainkan peran penting[9].

Tabel 2. 2 Kandungan Yang Ada Pada Material

No	Unsur	Kandungan (%)
1.	Karbon (C)	0.47 – 0.53
2.	Mangan (Mn)	0.60 – 0.90
3.	Fosfor (P)	0.030
4.	Silikon (Si)	0.15 – 0.35
5.	Sulfur (S)	0.035



Gambar 2. 7 Material S50C

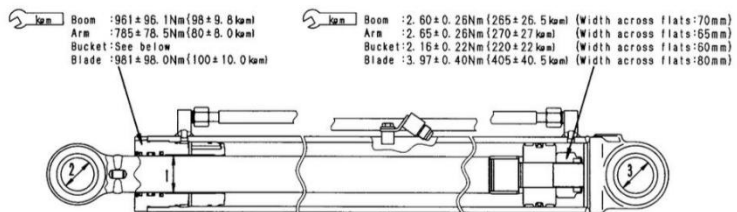
Pada penelitian ini, alat bantu pembuka gland bekerja dengan prinsip memberikan torsi pada *gland* silinder hidrolik. Seluruh komponen utama seperti lengan pemutar,udukan pengunci, dan penghubung menerima pembebanan puntir secara

langsung. Oleh karena itu material yang digunakan harus memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) dan kekuatan tarik (*tensile strength*) yang memadai agar tidak mengalami deformasi permanen selama proses pembukaan *gland*.

2.4 Data Torsi Pembuka *Gland* Silinder Hidrolik *Excavator*

Data torsi merupakan salah satu parameter teknis yang digunakan sebagai acuan dalam proses perawatan dan pembongkaran komponen silinder hidrolik. Nilai torsi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada *Operation and Maintenance Manual* (OMM) sesuai dengan spesifikasi pabrikan. Penggunaan data dari OMM bertujuan untuk memastikan bahwa proses pembukaan maupun pemasangan kembali *gland* silinder hidrolik dilakukan sesuai standar yang direkomendasikan sehingga dapat mencegah kerusakan komponen, menjaga keandalan sistem hidrolik, serta menjamin keselamatan kerja. Oleh karena itu, data torsi pada OMM dijadikan sebagai acuan dalam perancangan alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik dan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan torsi pada penelitian ini[10].

* The diagram shows the boom cylinder.



SKP04282

Bucket cylinder

Order for tightening head

- 1) Tighten to a tightening torque of $1270 \pm 98.10 \text{ Nm}$ ($130 \pm 10 \text{ kgm}$).
- 2) Loosen to a tightening torque of 0.00 Nm (0 kgm).
- 3) Tighten to a tightening torque of 392.0 Nm (40 kgm).
- 4) Tighten **cylinder** head by additional angle. (Tighten $3.5 - 4.5 \text{ mm}$)

Gambar 2. 8 Nilai Torsi Dari OMM

2.5 Rumus yang digunakan

2.5.1 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan Teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Faktor ini identik dengan perbandingan antara tegangan ijin (S50C) dengan tegangan terbesar (*maksimum stress*) yang terjadi. Secara teoritis Adapun penentuan faktor keamanan berdasarkan jenis bebannya adalah 2.4[11].

- a. Beban statis: 1,25 – 2
- b. Beban dinamis: 2-3
- c. Beban kejut: 3-5

2.5.2 Tegangan ijin

Tegangan ijin merupakan tegangan yang tidak boleh dilampaui sebuah sistem struktur, dimanapun letaknya akibat faktor keamanan secara umum tegangan ijin dirumuskan seperti pada rumus[12]:

$$\text{Tegangan Ijin} = \frac{\text{tegangan yield material}}{\text{faktor keamanan}} \quad [2.1]$$

2.5.3 Momen Torsi

Momen torsi merupakan hasil perkalian antara gaya yang bekerja dengan panjang lengan momen. Besarnya momen torsi menunjukkan kemampuan suatu gaya dalam menghasilkan gerakan putar terhadap suatu poros. Pada penelitian ini, gaya diberikan secara tegak lurus terhadap lengan pemutar alat bantu pembuka gland silinder hidrolik, sehingga perhitungan momen

torsi menggunakan persamaan dasar sebagai berikut[13]:

$$T = F \times L \quad [2.2]$$

Keterangan:

T = Torsi (Nm)

F= Gaya (N)

L= Panjang Lengan (m)

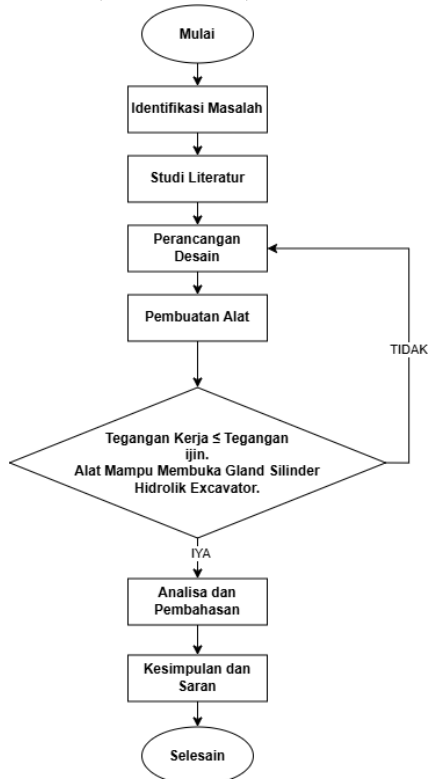
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang sistematis untuk mencapai tujuan perancangan alat bantu pembuka gland silinder hidrolik excavator.

3.1.1 Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3. 1 Flowchart

3.2 Alat dan Bahan

Pembuatan tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Pembuatan tugas akhir ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai pendukung dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mesin CNC milling
Mesin CNC milling digunakan untuk melakukan proses pembuatan alat bantu pembuka gland silinder hidrolik.
2. Mesin frais
Mesin frais digunakan untuk melubangi bagian rumah pencekam.
3. Mata bor diameter 11.5
Mata bor diameter 11.5 digunakan untuk melubangi bagian yang mau di tab.
4. Tab ulir ukuran M12 1.75
Tab ulir ukuran M12 1,75 digunakan untuk membuat ulir pada pencekam.
5. Sketch match
Sketch match digunakan untuk mengukur panjang material yang belum terkikis dan sudah terkikis pada saat proses cnc.

3.2.2 Bahan

1. Material S50C 350x250x30
Material S50C digunakan sebagai bahan utama pembuatan alat bantu pembuka gland silinder hidrolik.

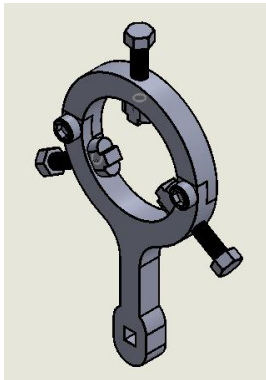
2. Baut M12 1.75

Digunakan untuk mencekam penjepit gland silinder hidrolik.

3.3 Desain Gambar

Gambar desain berikut merupakan hasil perancangan alat bantu pembuka gland silinder hidrolik yang dirancang dalam penelitian ini. Penyusunan desain dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsi, kekuatan struktur, serta kemudahan dalam pengoperasian dan proses perakitan. Setiap bagian alat dirancang agar mampu bekerja secara terpadu sehingga kinerja alat sesuai dengan tujuan perancangan yang telah ditetapkan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk dan konfigurasi alat, desain disajikan dalam beberapa tampilan berikut.

1. Pada gambar 3.2 tampak tiga dimensi (3D) disajikan untuk memberikan visualisasi utuh mengenai bentuk alat secara keseluruhan sehingga memudahkan pemahaman dalam proses pembuatan, perakitan, dan pengoperasian alat.



Gambar 3. 2 Desain 3D

3.4 Proses Pembuatan Alat

Langkah-langkah pembuatan alat bantu pembuka gland silinder hidrolik adalah sebagai berikut:

1. Membuat desain alat bantu *gland* silinder hidrolik dengan menggunakan *software solidworks 2023*.
2. Mempersiapkan alat dan bahan yang sudah ditentukan.
3. Pembuatan cincin penjepit, material S50C dibentuk menjadi cincin penjepit dengan menggunakan mesin CNC milling.



Gambar 3. 3 Proses Pembuatan alat utama menggunakan CNC Miling

4. Melakukan pengeboran dan pengetapan dengan ukuran tab M12 1,75.



Gambar 3. 4 setting BK sebelum proses pengeboran dan pengetapan

5. Pembuatan rahang pengait, material S50C dibentuk menjadi rahan penjepit *gland* silinder hidrolik dengan menggunakan mesin frais.
6. Perakitan seluruh komponen.



Gambar 3. 5 Perakitan Alat

3.5 Prosedur Pelepasan Gland

Prosedur pembukaan *gland* silinder hidrolik *excavator* merupakan tahapan yang dilakukan untuk pembukaan *gland* dari silinder dengan menggunakan alat bantu yang telah dirancang. Proses ini dilaksanakan secara sistematis sesuai dengan urutan kerja yang telah ditetapkan guna memastikan pembongkaran berlangsung dengan aman, dan tanpa menimbulkan kerusakan pada komponen silinder hidrolik. Penerapan prosedur yang tepat juga bertujuan untuk memperoleh kondisi kerja yang konsisten sehingga setiap tahapan pembukaan dapat dilakukan secara optimal. Adapun prosedur pembukaan *gland* silinder hidrolik *excavator* dijelaskan pada langkah-langkah berikut.

1. Kondisi *gland* pada saat tertutup rapat.

menunjukkan kondisi awal *gland* silinder hidrolik sebelum proses pembongkaran dilakukan. Pada tahap ini *gland* masih terpasang rapat pada tabung silinder dengan sambungan ulir sehingga belum dapat dilepas secara manual. Kondisi tersebut merupakan posisi awal sebelum alat bantu pembuka *gland* dipasang sebagai media untuk menghasilkan torsi pembukaan secara aman dan merata. Ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 Kondisi Gland Tertutup

2. Pemasangan alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator*.

menunjukkan proses pemasangan alat bantu pembuka *gland* pada bagian *gland* silinder hidrolik. Pencekam alat dipasang pada lubang pengunci *gland* kemudian dikencangkan menggunakan baut pengikat agar alat terpasang dengan kuat dan tidak mengalami slip saat menerima pembebanan torsi. Tahap ini bertujuan untuk memastikan gaya yang diberikan selama proses pembukaan dapat diteruskan secara merata ke seluruh permukaan *gland* sehingga risiko kerusakan ulir maupun deformasi komponen dapat diminimalkan. Ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 Pemasangan Alat Bantu ke Gland

3. Pelepasan *Hose* Silinder

menunjukkan proses pelepasan *hose* pada silinder hidrolik sebelum *gland* diputar. Pelepasan *hose* dilakukan untuk menghilangkan tekanan fluida yang masih tersisa di dalam silinder sehingga proses pembongkaran dapat dilakukan dengan aman. Langkah ini juga bertujuan untuk mencegah semburan oli akibat tekanan sisa yang dapat membahayakan operator serta mengurangi tahanan selama proses pelepasan *gland*. Ditunjukkan pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 Pelepasan Hose Silinder

4. Pemutaran Alat Supaya *Gland* Terbuka

menunjukkan proses pemutaran alat bantu menggunakan lengan pipa sebagai pengungkit. Pada tahap ini dipasang timbangan digital untuk mengukur besar gaya yang diberikan operator selama proses pembukaan. Nilai gaya yang diperoleh selanjutnya digunakan bersama panjang lengan pengungkit untuk menghitung besarnya momen torsi yang dibutuhkan dalam membuka *gland* silinder hidrolik *excavator*. Ditunjukkan pada gambar 3.9



Gambar 3. 9 Pemutaran Alat Supaya Gland Terbuka

5. Kondisi *Gland* Pada Saat Terbuka
menunjukkan kondisi *gland* setelah berhasil dilepaskan dari tabung silinder hidrolik. Proses pelepasan dilakukan dengan memutar alat berlawanan arah jarum jam hingga ulir *gland* terlepas seluruhnya. Keberhasilan proses ini menunjukkan bahwa alat bantu yang dirancang mampu menghasilkan torsi yang cukup untuk mengatasi gaya gesek dan tahanan pada sambungan ulir *gland* sehingga pembongkaran dapat dilakukan dengan lebih mudah, aman, dan efisien dibandingkan metode *konvensional*. Ditunjukkan pada gambar 3.10



Gambar 3. 10 Kondisi Gland Pada Saat Terbuka

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kebutuhan Material

Pemilihan material merupakan salah satu tahap penting dalam proses perancangan alat karena sangat mempengaruhi kekuatan, keamanan, umur pakai, serta kemudahan proses manufaktur. Pada penelitian ini dipilih baja karbon menengah S50C sebagai material utama alat bantu pembuka gland silinder hidrolik excavator. Pemilihan material tersebut didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut.

S50C merupakan baja karbon menengah yang mengandung karbon sekitar 0,47–0,53% sesuai standar JIS G4051. Kandungan karbon tersebut memberikan sifat mekanik yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon rendah, sehingga material ini mampu menahan beban kerja yang relatif besar. Selain itu, S50C dapat ditingkatkan sifat mekaniknya melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*) sehingga kekerasan permukaan dan ketahanan ausnya menjadi lebih baik. Data ditunjukkan pada sub bab 2.3.3

Pada penelitian ini, alat bantu pembuka gland bekerja dengan prinsip memberikan torsi pada gland silinder hidrolik. Seluruh komponen utama seperti lengan pemutar, dudukan pengunci, dan penghubung menerima pembebanan puntir secara langsung. Oleh karena itu material yang digunakan harus memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) dan kekuatan tarik (*tensile strength*) yang memadai agar tidak mengalami deformasi permanen selama proses pembukaan *gland*.

4.1.1 Pengujian Tarik material S50C

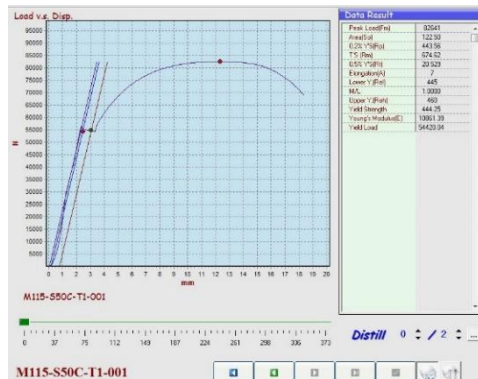
Pengujian uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan material yang digunakan pada alat. Material yang diuji adalah S50C dengan ketebalan 10 mm. Pengujian dilakukan menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan memberikan beban tarik hingga spesimen mengalami patah. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kemampuan material dalam menahan beban serta sebagai dasar untuk memastikan bahwa material yang digunakan sesuai dan aman untuk aplikasi pada alat yang dirancang.



Gambar 4. 1 Proses Pengujian tarik (S50C)

Berdasarkan proses pengujian uji tarik yang dilakukan, diperoleh data hasil pengujian berupa nilai beban (*load*). Data tersebut kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.2.

4.1.2 Hasil dan pembahasan pengujian tarik



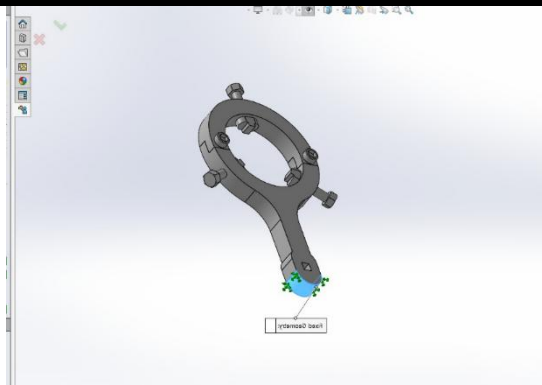
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil pengujian uji tarik, diperoleh nilai tegangan luluh (*Yield Strength*) sebesar 444.25 MPa dan tegangan tarik maksimum (*Tensile Strength*) sebesar 674.62MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa material S50C yang diuji memiliki kekuatan yang baik dan masih sesuai untuk digunakan sebagai material alat. Data hasil pengujian ini selanjutnya digunakan sebagai data masukan pada simulasi dan pengujian numerik desain alat.

4.2 Analisa Simulasi

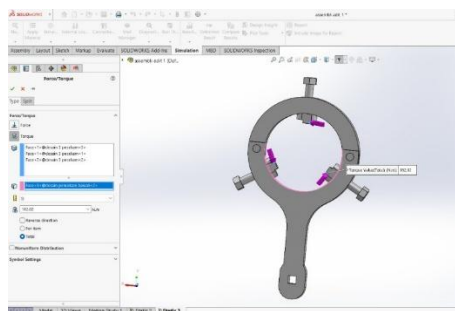
4.2.1 Simulasi Static

Analisis kekuatan struktur rangka dilakukan secara numerik menggunakan fitur *static analysis* pada perangkat lunak *Solidwork 2025*. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui seberapa besar nilai *static* yang terjadi pada rangka ketika diberi beban kerja.



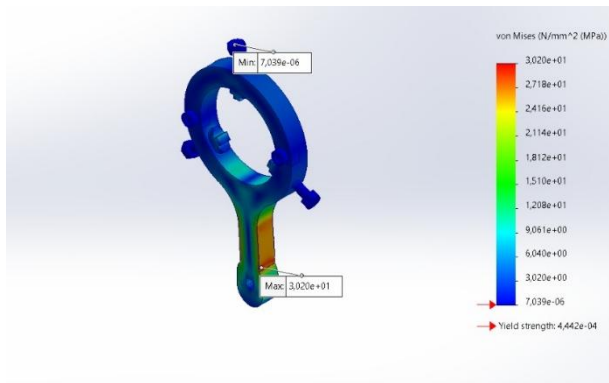
Gambar 4. 3 Letak Fixture

Pada gambar 4.3 ditunjukkan letak fixture, lubang pemasangan lengan pengungkit ditempatkan pada bagian bawah *fixture* karena berada pada satu garis dengan pusat putaran gland. Posisi ini menghasilkan lengan momen yang optimal sehingga gaya yang diberikan mekanik dapat diubah menjadi torsi secara efektif. Selain itu, posisi tersebut memberikan ruang gerak yang lebih luas bagi operator ketika mengoperasikan alat, sehingga proses pembukaan gland menjadi lebih mudah.



Gambar 4. 4 Letak beban torsi

Pada gambar 4.4 ditunjukkan letak beban torsi, pembebanan torsi pada simulasi dilakukan pada tiga titik kontak baut pengikat yang berfungsi sebagai bidang kontak langsung dengan *gland* silinder hidrolik. Penempatan beban pada titik tersebut bertujuan untuk merepresentasikan kondisi kerja sebenarnya, yaitu ketika gaya dari lengan pengungkit diteruskan melalui badan *fixture* dan kemudian didistribusikan ke tiga pencekam yang mencengkeram *gland*. Dengan demikian, momen puntir yang dihasilkan dapat disalurkan secara merata ke seluruh bidang kontak sehingga proses pembukaan *gland* berlangsung lebih efektif.



Gambar 4. 5 Simulasi static

Pada gambar 4.5 ditunjukkan hasil simulasi, simulasi static analysis dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan kerja yang terjadi pada *fixture* akibat pembebanan torsi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan kerja maksimum yang diperoleh adalah sebesar 30,2MPa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.

4.2.2 Hasil dan pembahasan simulasi *static*

Untuk mengetahui kekuatan dan keamanan rangka, dilakukan analisis tegangan menggunakan *software solidworks* 2025 simulasi dengan beban sebesar 96.1Nm. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum yang terjadi pada struktur serta membandingkannya dengan nilai *yield strength* material yang digunakan. Dari hasil simulasi diperoleh tegangan *Von Mises* maksimum sebesar 30,2MPa, sedangkan material S50C yang digunakan memiliki *yield strength* sebesar 444,25MPa.

$$\begin{aligned}\text{Tegangan Ijin} &= \frac{\text{tegangan yield material}}{\text{faktorr keamanan}} \\ &= \frac{444,25}{4} \\ &= 111\text{Mpa}\end{aligned}$$

Dengan demikian nilai tegangan kerja dari hasil pengujian pada alat sebesar 30,2Mpa dan dapat di simpulkan struktur rangka berada dalam kondisi aman secara tegangan karena:

$$\sigma_{kerja} < \sigma_{izin} = 30,2 \text{ Mpa} < 111 \text{ Mpa}$$

Dalam perancangan dan analisis struktur, nilai tegangan yang terjadi pada material harus lebih kecil dari tegangan izin atau kekuatan luluh material yang digunakan. Hal ini bertujuan agar struktur dapat menahan beban kerja dengan aman tanpa mengalami kerusakan maupun kegagalan selama proses pengoperasian.

4.3 Analisa Pengujian Alat

4.3.1 Pengambilan data torsi

Tahap pengambilan data torsi merupakan salah satu proses penting dalam penelitian ini karena berfungsi untuk memperoleh besarnya torsi aktual yang diperlukan dalam proses pembukaan *gland* silinder hidrolik *excavator*. Pengukuran dilakukan secara langsung pada objek uji menggunakan alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator* sehingga data yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi kerja sebenarnya. Data hasil pengujian kemudian digunakan sebagai acuan dalam menganalisis kemampuan alat bantu yang telah dirancang, serta untuk membandingkan kebutuhan torsi aktual dengan torsi yang mampu dihasilkan oleh alat tersebut. Dengan demikian, hasil pengujian dapat menjadi dasar dalam mengevaluasi efektivitas dan kelayakan alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator*. Berikut adalah dokumentasi nilai gaya (F), nilai yang dihasilkan adalah 18,48 kg ditunjukkan pada gambar 4.7, dan dokumentasi nilai panjang lengan yang digunakan pada saat proses pembukaan dengan panjang 98,5cm. Ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Data (F)



Gambar 4. 7 Data (L)

4.3.2 Hasil dan pembahasan data torsi

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh gaya (F) sebesar 18,48kg (184,8N) dengan panjang lengan sebesar 98,5cm (0,985m). Selanjutnya, kedua data tersebut digunakan sebagai dasar dalam perhitungan momen torsi untuk mengetahui kemampuan alat dalam menghasilkan torsi yang dibutuhkan pada proses pembukaan gland silinder hidrolik.

4.3.3 Perhitungan momen Torsi pada saat membuka *gland*

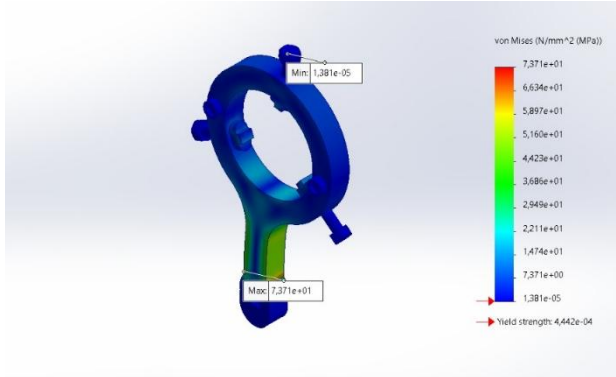
Perhitungan momen torsi dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya puntir yang bekerja pada alat bantu pembuka gland silinder hidrolik. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan alat mampu menghasilkan torsi yang cukup untuk membuka gland tanpa mengalami kegagalan struktur maupun deformasi selama proses pengoperasian. Rumus tersebut ditunjukkan sebagai berikut:

$$T=F \times L$$

$$T=184,8\text{N} \times 0,985\text{m}$$

$$T=182,02\text{Nm}$$

Berdasarkan hasil nilai torsi pada saat membuka *gland* silinder hidrolik sebesar 182,02Nm maka dilanjutkan analisa simulasi kembali apakah hasil dari torsi tersebut masih aman digunakan, ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Simulasi Desain Yang Diberi Beban Torsi 182,02Nm

$$\text{Tegangan Ijin} = \frac{\text{tegangan yield material}}{\text{faktorr keamanan}}$$

$$= \frac{444,25}{4}$$

$$= 111\text{Mpa}$$

$$\sigma_{kerja} < \sigma_{izin} = 73,7\text{Mpa} < 111\text{Mpa}$$

Dengan demikian nilai tegangan kerja dari hasil pengujian pada saat membuka *gland* sebesar 73,7Mpa dan dapat di simpulkan struktur rangka berada dalam kondisi aman secara tegangan karena tegangan yang diizinkan senilai 111MPa.

4.3.4 Analisis Penyebab Tingginya Torsi Pembukaan *Gland* Silinder Hidrolik

Berdasarkan hasil pengujian, nilai torsi yang dibutuhkan untuk membuka *gland* silinder hidrolik lebih besar dibandingkan dengan torsi pada saat pemasangan. Kondisi ini disebabkan oleh adanya korosi ringan pada ulir, kontaminasi berupa debu, dan sisa oli yang mengeras, serta terjadinya peningkatan gaya gesek antar ulir selama komponen beroperasi. Faktor-faktor tersebut menyebabkan *gland* mengalami tahanan yang lebih besar ketika akan diputar. Selain itu, proses pembukaan memerlukan torsi lepas awal, yaitu torsi minimum yang harus mampu mengatasi gaya gesek statis, efek penguncian ulir, dan kompresi *seal* akibat tekanan hidrolik. Oleh karena itu, torsi yang diperlukan untuk membuka *gland* umumnya lebih besar dibandingkan torsi yang digunakan pada saat proses pemasangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Alat bantu pembuka *gland* silinder hidrolik *excavator* berhasil dirancang dan dibuat sesuai dengan tujuan penelitian. Alat menggunakan material S50C yang memiliki kekuatan cukup untuk menahan beban kerja. Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum sebesar 73,71MPa, lebih kecil dari tegangan izin 111MPa, sehingga alat dinyatakan aman digunakan. Selain itu, hasil pengujian membuktikan bahwa alat mampu menghasilkan torsi pembukaan sebesar 182,02Nm sesuai dengan target perancangan, sehingga dapat mempermudah proses pembukaan *gland* silinder hidrolik *excavator* secara lebih aman dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian pada berbagai jenis dan kapasitas *excavator* untuk mengetahui tingkat kompatibilitas serta kinerja alat pada kondisi kerja yang lebih beragam.
2. Setelah selesai digunakan, alat dibersihkan dari kotoran dan sisa oli serta diberikan pelumasan pada bagian yang bergerak agar terhindar dari korosi dan tetap memiliki kinerja yang optimal.
3. Dibuatkan pencekam yang lebih panjang untuk

pembukaan *gland arm* dan *bucket excavator* 305.5E2.



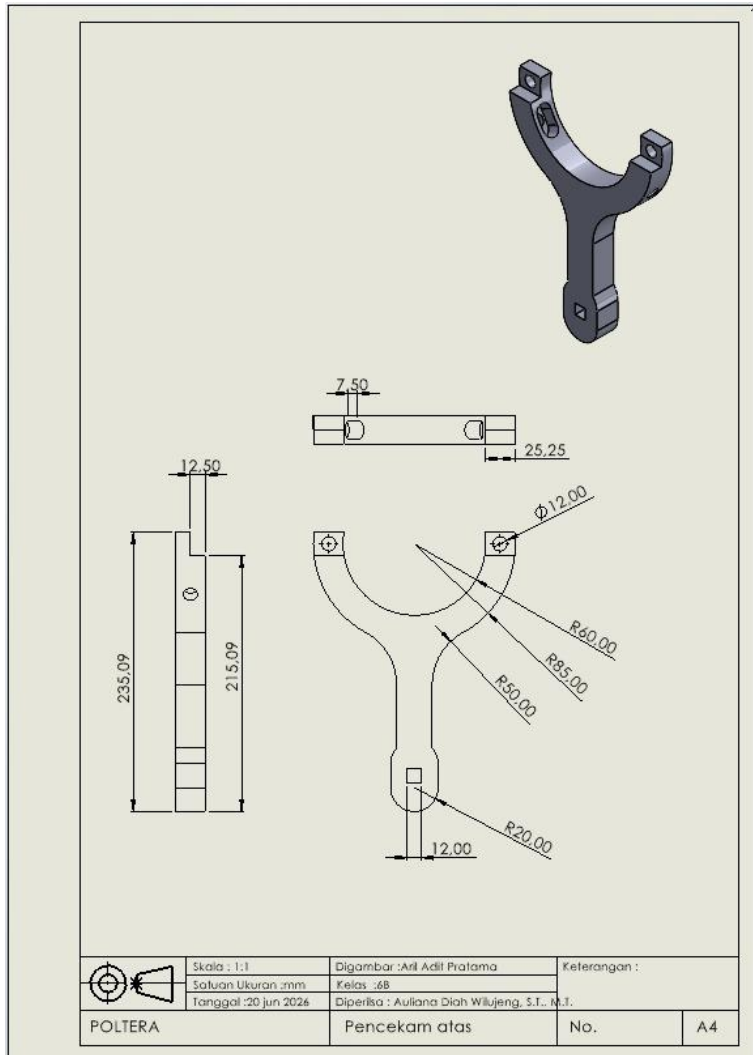
Gambar 5. 1 Alat pencekam gland silinder

DAFTAR PUSTAKA

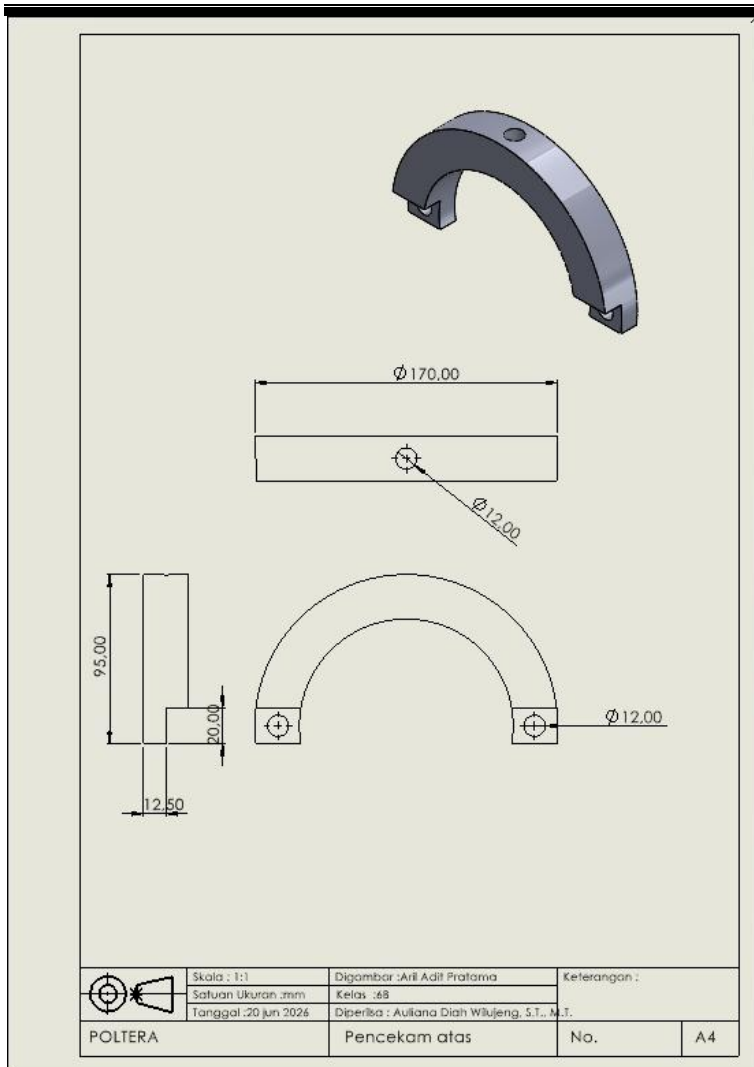
- [1] J. Multidisiplin and S. Volume, “No Title,” vol. 2, no. 12, pp. 86–96, 2024.
- [2] U. M. Area, “Universitas medan area,” 2019.
- [3] M. H. S. Afiat, “Hubungan Penggunaan Special Tool Terhadap Proses Pemasangan Pin Pada End Arm Excavator Pc200 Politeknik Negeri Malang Kalimantan Selatan , dan Sumatra Selatan . Meskipun begitu tidak dipungkiri di daerah lain tidak banyak . Batu bara yang dihasilkan Indonesia dipasarkan ke dalam negeri maupun luar,” no. 3, 2024.
- [4] T. Dasar, “ANALISA KERUSAKAN SILINDER HIDROLIK PADA EXCAVATOR HITACHI EX 200 LC DENGAN METODE FISHBONE DI PT . ALHAS JAYA GROUP,” vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [5] M. Y. Barokah, A. M. Marali, Y. Z. Yusrina, and M. S. N. Ulum, “Analisis Rancang Bangun Special Tool Stopper Blade Lift Cylinder pada Unit,” pp. 49–56, 2024.
- [6] J. T. Mesin, P. Negeri, and U. Pandang, “PEMBUATAN MEDIA PRAKTEK ASSEMBLY AND DISASSEMBLY SILINDER HIDROLIK TYPE D3C LGP,” 2025.
- [7] R. D. Widodo, “SOFTWARE CAD/CAM BAGI GURU TEKNIK MESIN SMK NEGERI 4 SEMARANG,” no. 2, pp. 109–114.
- [8] S. A. Rikosa, R. Sumiati, and Y. Yetri, “UJI KELAYAKAN MESIN FRAIS TYPE SCHAUBLIN 13 MENGGUNAKAN METODA PENGUJIAN

-
- KETELITIAN GEOMETRIK,” vol. 1, no. 2, pp. 48–55, 2018.
- [9] K. Impak, “Jurnal teknik perkapalan,” vol. 13, no. 3, 2025.
- [10] A. R. Reserved, “Pc60-7 pc60-7 •,” vol. 04, no. 02, pp. 0–1, 2004.
- [11] S. Steel *et al.*, “ANALISA KEKUATAN KONSTRUKSI INTERNAL RAMP,” pp. 85–93.
- [12] R. Bimo, P. Sukoco, W. Hendroprasetyo, A. Putra, and H. Sujiatanti, “Analisis Tegangan pada Penegar Wrang Pelat Akibat,” vol. 7, no. 2, 2018.
- [13] R. Bangun, M. Power, H. Untuk, and U. Pande, “AutoMech,” vol. 02, pp. 1–5, 2023.

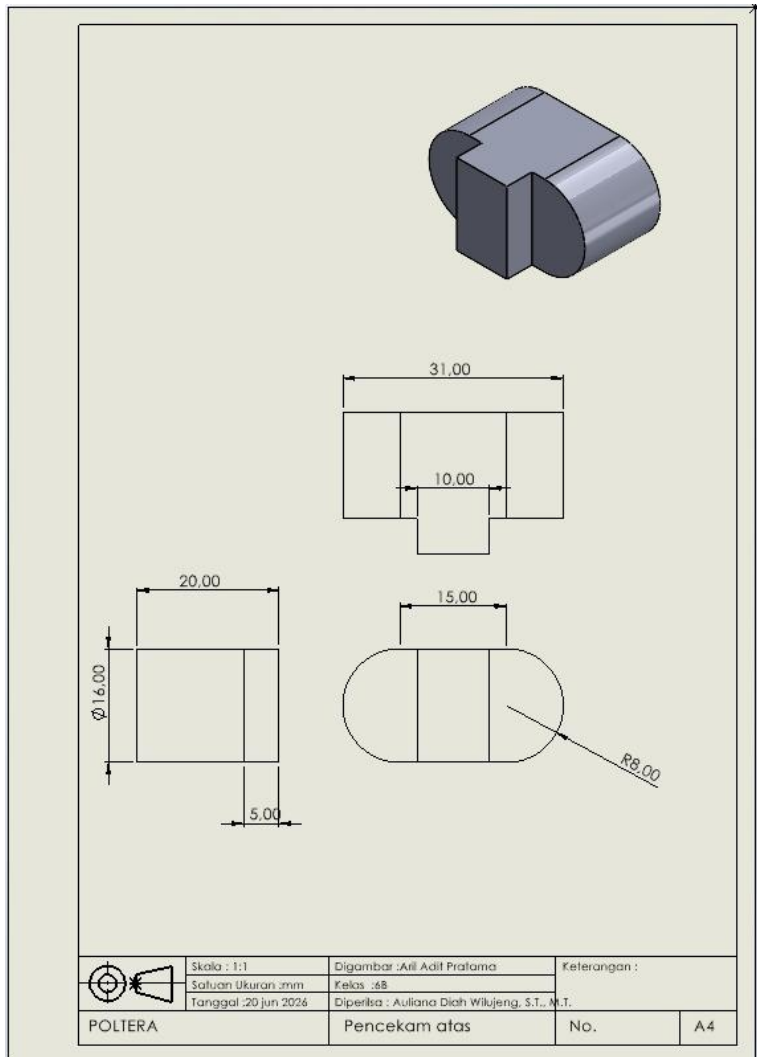
LAMPIRAN



Lampiran. 1 DED Pencekam Bawah



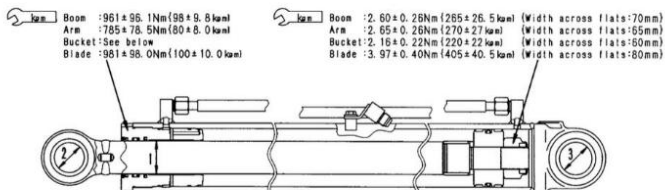
Lampiran. 2 DED Pencekam Atas



Lampiran. 3 DED Pencekam Gland

HYDRAULIC CYLINDER

* The diagram shows the boom cylinder.



Bucket cylinder

Order for tightening head

- 1) Tighten to a tightening torque of $1270 \pm 98.10 \text{ Nm}$ ($130 \pm 10 \text{ kgm}$).
- 2) Loosen to a tightening torque of 0.00 Nm (0 kgm).
- 3) Tighten to a tightening torque of 392.0 Nm (40 kgm).
- 4) Tighten **cylinder** head by additional angle. (Tighten $3.5 - 4.5 \text{ mm}$)

SKP04262

Unit: mm

No.	Check item	Criteria					Remedy
1	Clearance between piston rod and bushing	Name of cylinder	Standard size	Tolerance		Standard clearance	Clearance limit
				Shaft	Hole		
		Boom	65	-0.030 -0.070	+0.250 +0.055	0.085 - 0.326	0.426
		Arm	60	-0.030 -0.076	+0.151 +0.006	0.024 - 0.227	0.327
		Bucket	55	-0.030 -0.076	+0.151 +0.006	0.024 - 0.227	0.327
2	Clearance between piston rod support shaft and bushing	Blade	50	-0.030 -0.104	+0.271 +0.075	0.105 - 0.375	0.675
		Boom	50	-0.030 -0.100	+0.174 +0.100	0.130 - 0.274	1.0
		Arm	60	-0.030 -0.100	+0.174 +0.100	0.130 - 0.274	1.0
		Bucket	50	-0.030 -0.100	+0.174 +0.100	0.130 - 0.274	1.0
3	Clearance between cylinder bottom support shaft and bushing	Blade	70	-0.030 -0.104	+0.174 +0.100	0.130 - 0.278	1.0
		Boom	65	-0.030 -0.100	+0.174 +0.100	0.130 - 0.274	1.0
		Arm	55	-0.030 -0.100	+0.174 +0.100	0.130 - 0.274	1.0
		Bucket	50	-0.030 -0.100	+0.142 +0.080	0.130 - 0.274	1.0
		Blade	70	-0.030 -0.104	+0.174 +0.100	0.130 - 0.278	1.0

E20107

Lampiran. 4 Data Torsi dari OMM

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Aril Adit Pratama dilahirkan di Jombang, 20 Juli 2005. Anak dari Bapak Supar dan Ibu Sulis. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di SDN Marmoyo Kabuh Jombang pada tahun (2011-2017), melanjutkan ke SMPN 2 Plandaan Jombang pada tahun (2017-2020), dan melanjutkan ke SMK

Diponegoro pada tahun (2020-2023). Pada tahun 2023 penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama di Politeknik Negeri Madura