

**OPTIMASI TOPOLOGI PULI BELAKANG PROTOTIPE KENDARAAN  
LISTRIK**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh:

Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

NIM: 205214066

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2024**

**OPTIMASI TOPOLOGI PULI BELAKANG PROTOTIPE KENDARAAN  
LISTRIK**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh:

Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

NIM: 205214066

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**OPTIMASI TOPOLOGI PULI BELAKANG PROTOTYPE KENDARAAN  
LISTRIK**

Disusun oleh:

Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

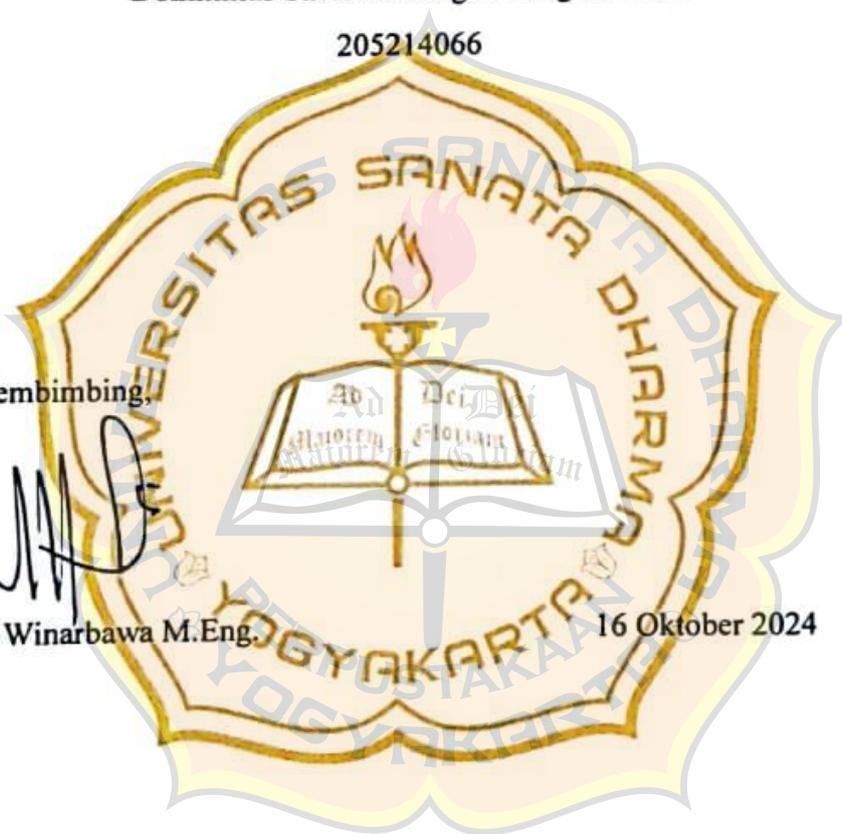
205214066

Dosen Pembimbing,



Heryoga Winarbawa M.Eng.

16 Oktober 2024



**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**OPTIMASI TOPOLOGI PULI BELAKANG PROTOTYPE KENDARAAN LISTRIK**

Dipersiapkan dan ditulis oleh:

Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

205214066

**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

JABATAN	NAMA LENGKAP	TANDA TANGAN
Ketua	: Dr/Ir. Budi Sugiharto	
Sekretaris	: Ir. Rines, M.T.	
Anggota	: Heryoga Winarbawa M. Eng.	

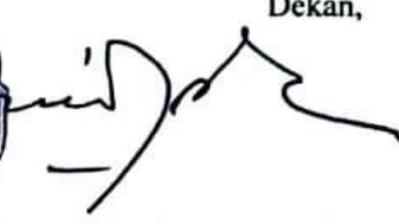
Yogyakarta, 16 Oktober 2024

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Sanata Dharma

Dekan,



  
Ir. Drs. Haris Sriwindono, M. Kom., Ph.D.

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka dengan mengikuti ketentuan sebagaimana layaknya karya ilmiah.

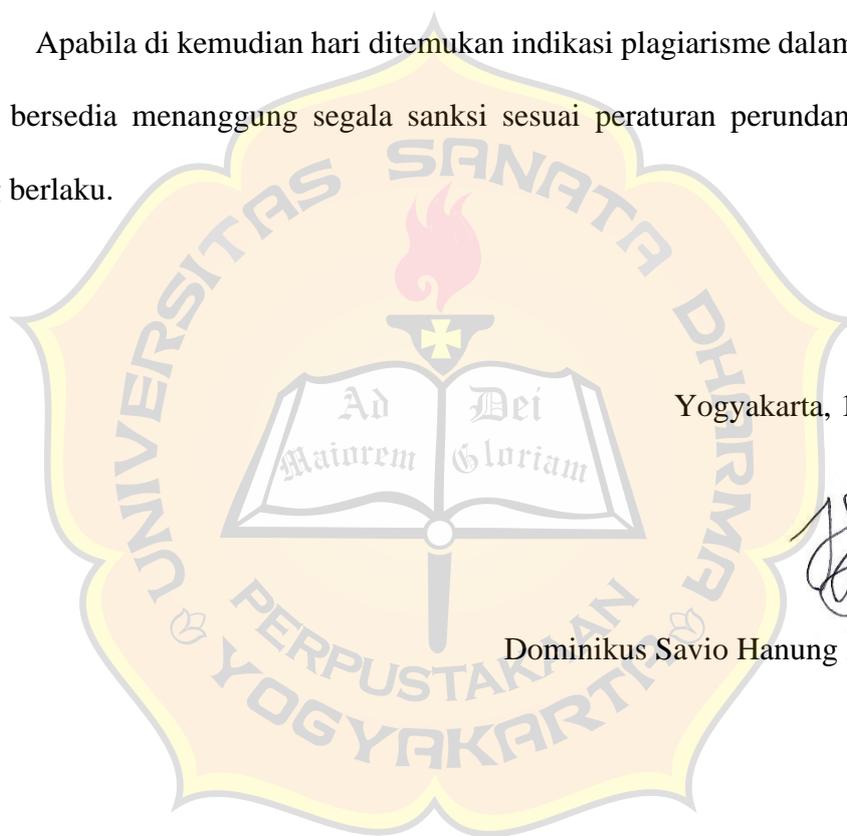
Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiarisme dalam naskah ini, saya bersedia menanggung segala sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 16 Oktober 2024

Penulis,



Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPERLUAH AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma:

Nama : Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

NIM : 205214066

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**“OPTIMASI TOPOLOGI PULI BELAKANG PROTOTYPE KENDARAAN  
LISTRIK”**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma baik untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengolah dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya atau memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal: 16 Oktober 2024

Yang menyatakan,



Dominikus Savio Hanung Kidung Laksana

## MOTTO

“Apa yang tidak mungkin bagi manusia, mungkin bagi Allah”

(Lukas 18:27)



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, berkat kasih dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Topologi Puli Belakang Prototipe Kendaraan Listrik” dengan baik. Penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi banyak pihak yang terlibat didalamnya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
2. Ir. Budi Setyahandana, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma.
3. Dr. Ir. Budi Sugiharto, selaku Dosen Pembimbing Akademik Teknik Mesin B 2020 yang selalu mendukung penulis dalam dinamika perkuliahan.
4. Heryoga Winarbawa, M.Eng selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, bantuan serta nasihat dalam penulisan skripsi.
5. Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
6. Orang tua, Fransisca Eni Istiyatuti yang selalu memberi semangat, motivasi, doa, dan nasihat kepada penulis.
7. Seluruh Staff Tenaga Kependidikan Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan hingga selesainya penulisan skripsi.
8. Semua teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2020 yang telah berjuang bersama penulis dari awal studi sampai selesai.
9. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian penulisan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Yogyakarta, 16 Oktober 2024

Penyusun,

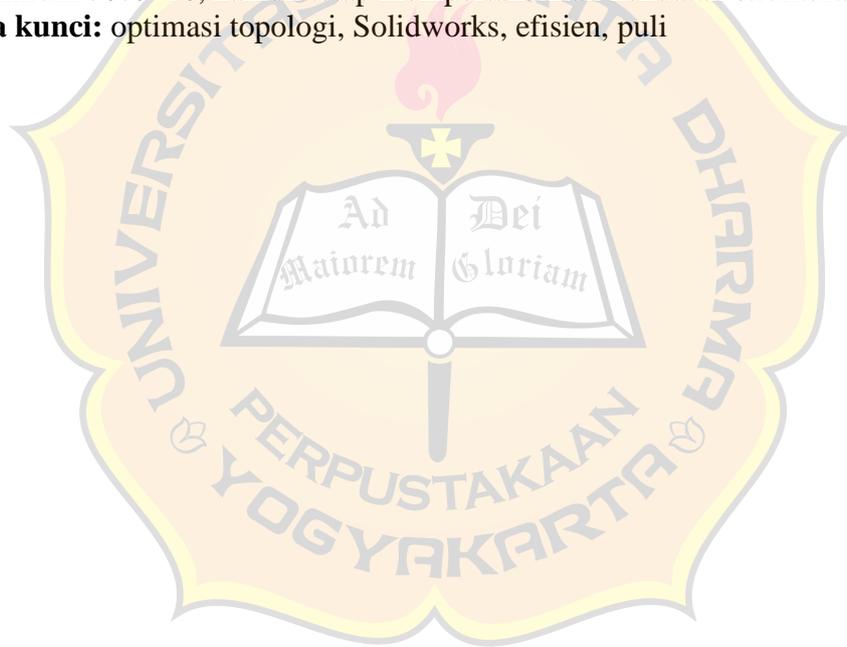


Dominikus Savio Hanung Kludung Laksana

## ABSTRAK

Teknik mesin merupakan cabang ilmu yang menerapkan fisika dalam perancangan sistem mekanik, memiliki peran penting dalam berbagai industri. Mahasiswa teknik mesin dapat mengasah keterampilan mereka melalui kompetisi seperti kontes mobil hemat energi (KMHE), yang mendorong inovasi kendaraan hemat energi dan merespons perubahan iklim. Salah satu strategi untuk meningkatkan efisiensi energi kendaraan adalah pengurangan bobot, yang dapat dicapai melalui optimasi topologi. Metode ini, yang dapat dilakukan menggunakan *software* seperti Solidworks, yang bertujuan menemukan distribusi material paling efisien dalam suatu desain, menghasilkan struktur yang ringan namun kuat. Dalam konteks ini, penelitian ini berfokus pada optimasi topologi puli belakang pada sistem transmisi prototipe kendaraan listrik, dengan tujuan meningkatkan efisiensi keseluruhan kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan desain puli hasil optimasi memiliki jari-jari yang dapat mengurangi berat dari 8874 gram menjadi 5011 gram pada material aluminium 6061-T6 dan 9236 gram menjadi 4487 gram pada material aluminium 7075-T6, namun tetap mempertahankan kekuatan struktural.

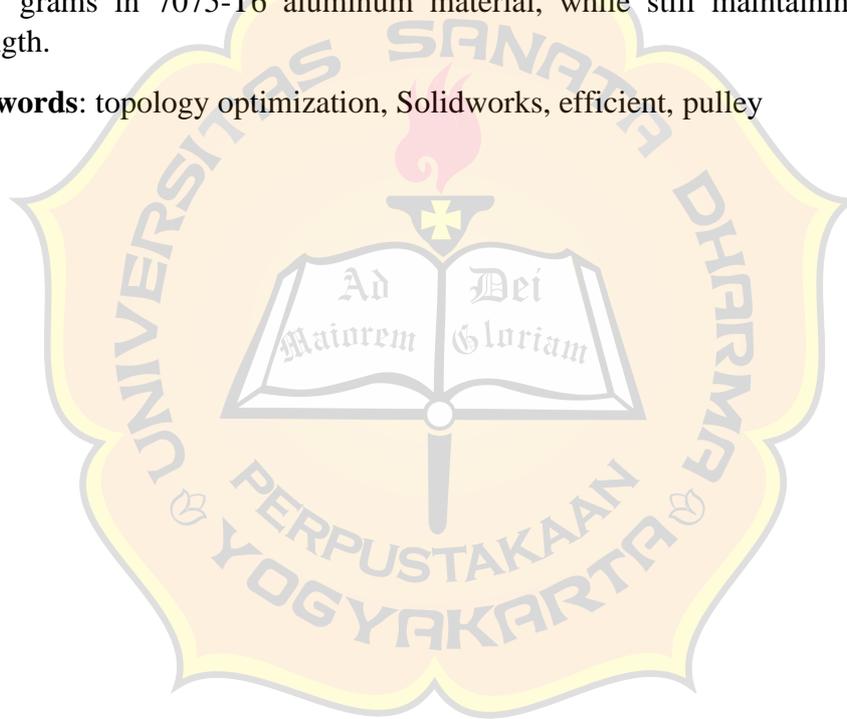
**Kata kunci:** optimasi topologi, Solidworks, efisien, puli



## ABSTRACT

Mechanical engineering is a branch of science that applies physics to the design of mechanical systems, playing a vital role in various industries. Mechanical engineering students can hone their skills through competitions such as the Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), which encourages innovation in energy-efficient vehicles and responds to climate change. One strategy to improve the energy efficiency of vehicles is weight reduction, which can be achieved through topology optimization. This method, which can be done using software such as SolidWorks, aims to find the most efficient distribution of materials in a design, resulting in a lightweight yet strong structure. In this context, this study focuses on the optimization of the rear pulley topology in the transmission system of a prototype electric vehicle, with the aim of improving the overall efficiency of the vehicle. The results show that the optimized pulley design has a radius that can reduce weight from 8874 grams to 5011 grams in 6061-T6 aluminum material and 9236 grams to 4487 grams in 7075-T6 aluminum material, while still maintaining structural strength.

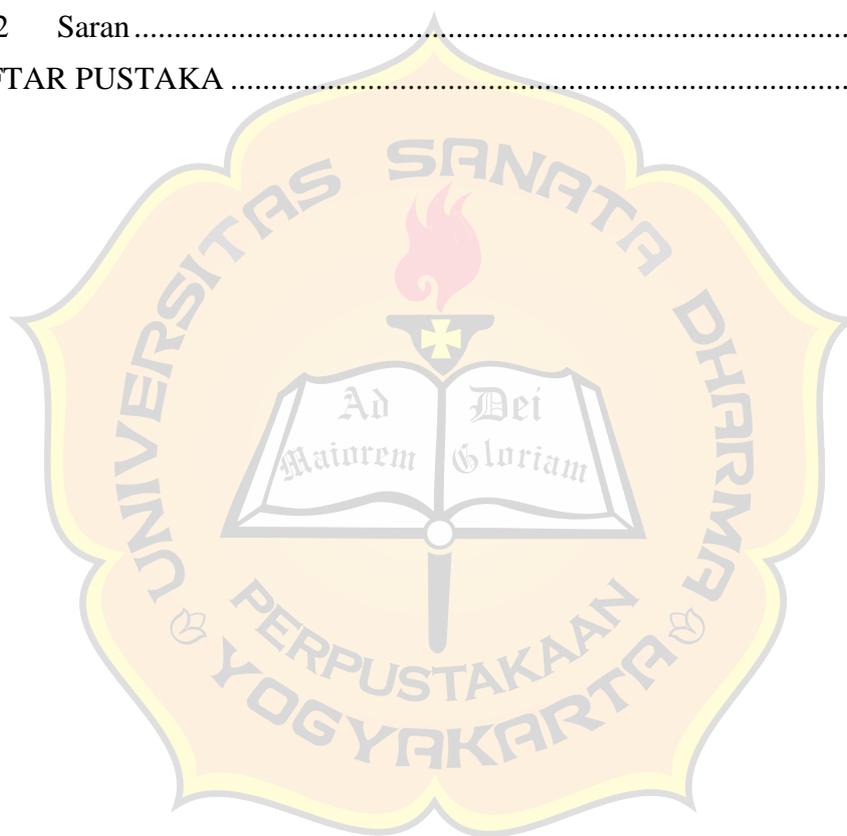
**Keywords:** topology optimization, Solidworks, efficient, pulley



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL DALAM .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA .....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAH AKADEMIS .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4.1 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Sistem Transmisi .....	6
2.2.2 Puli XL .....	11
2.2.3 Aluminium .....	11
2.2.4 SolidWorks .....	13
BAB III .....	18
METODE PENELITIAN .....	18
3.1 Diagram Alir .....	18
BAB IV .....	20
4.1 Puli Awal .....	20
4.2 Optimasi Topologi .....	22

4.3	Membuat Jari-Jari Puli .....	28
4.4	Simulasi Statis .....	29
4.5	Perbandingan berat sebelum dan sesudah <i>re-design</i> .....	31
4.6	Perbandingan hasil simulasi statis .....	33
4.6.1	Perbandingan <i>von Mises stress</i> .....	33
4.6.2	Perbandingan <i>resultant displacement</i> .....	33
4.6.3	Perbandingan <i>equivalent strain</i> .....	34
BAB V	.....	35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	.....	36



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> (a) Sebelum dan (b) sesudah optimasi topologi (Hadi Suryo & Yunianto, 2020) .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Rantai – Sproket (Mott et al., n.d.) .....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Roda gigi (Mott et al., n.d.) .....	8
<b>Gambar 2.4.</b> Gardan (Yoyok Damay, 2020) .....	8
<b>Gambar 2.5.</b> <i>Timing belt</i> dan puli (Mott et al., n.d.).....	9
<b>Gambar 2.6.</b> Bagian - bagian timing puli .....	10
<b>Gambar 2.7.</b> Puli XL .....	11
<b>Gambar 2.8.</b> Contoh desain SolidWorks (Alfatih Hendrawan et al., 2016) .....	14
<b>Gambar 2.9.</b> Optimasi topologi(Ardjuna et al., 2024).....	14
<b>Gambar 2.10.</b> Simulasi statis (Alfatih Hendrawan et al., 2016).....	15
<b>Gambar 2.11.</b> Motor <i>spindle</i> CNC mini .....	17
<b>Gambar 3.1.</b> Alur penelitian .....	18
<b>Gambar 4.1.</b> Diameter puli .....	20
<b>Gambar 4.2.</b> Lubang baut dan hub .....	21
<b>Gambar 4.3.</b> Gigi puli .....	21
<b>Gambar 4.4.</b> Tebal puli .....	22
<b>Gambar 4.5</b> Puli awal .....	23
<b>Gambar 4.6</b> Optimasi topologi puli material 6061-T6 .....	23
<b>Gambar 4.7</b> Optimasi topologi puli material 7075-T6 .....	24
<b>Gambar 4.8.</b> Memilih material puli .....	24
<b>Gambar 4.9.</b> (a) Memilih <i>fixtures</i> , dan (b) penempatan <i>fixtures</i> .....	25
<b>Gambar 4.10.</b> Memasukan beban .....	26
<b>Gambar 4.11.</b> Memilih <i>goals and constraint</i> .....	27
<b>Gambar 4.12.</b> Memilih <i>manufacturing controls</i> .....	28
<b>Gambar 4.13.</b> Jari-jari puli, (a) material aluminium 6061 (b) material aluminium 7075.....	29
<b>Gambar 4.14.</b> Simulasi statis puli material 6061-T6 .....	30
<b>Gambar 4.15.</b> Simulasi statis puli material 7075-T6.....	31
<b>Gambar 4.16.</b> Perbandingan berat pada material 6061 .....	32
<b>Gambar 4.17.</b> Perbandingan berat pada material 7075.....	32
<b>Gambar 4.18.</b> Perbandingan <i>von Mises stress</i> .....	33
<b>Gambar 4.19.</b> Perbandingan <i>resultant displacement</i> .....	34
<b>Gambar 4.20.</b> Perbandingan <i>equivalent strain</i> .....	34

**DAFTAR TABEL**

***Tabel 2.1. Perbandingan mechanical properties Aluminium 6061-T6 dan Aluminium 7075-T6..... 13***



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Teknik mesin merupakan salah satu cabang ilmu dalam bidang teknik yang menerapkan ilmu fisika untuk melakukan perancangan, menganalisis serta memproduksi suatu sistem mekanik. Pada teknik mesin melibatkan berbagai cabang ilmu, mekanika, material, termodinamika, serta energi. Teknik mesin memiliki peran dalam berbagai bidang seperti pembuatan kendaraan, *aerospace*, pabrik industri, serta peralatan industri.

Mahasiswa teknik mesin dapat memiliki beragam kesempatan untuk mengasah keterampilan yang dimiliki melalui berbagai kompetisi. Contohnya kompetisi robot, lomba desain CAD/CAM (proses pembuatan desain yang menggunakan perangkat lunak komputer untuk menggambar dan memodelkan produk atau struktur secara digital), kompetisi perancangan mesin, Shell Eco-marathon, dan salah satu yang paling menonjol yaitu Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE).

KMHE merupakan salah satu kompetisi nasional mahasiswa teknik mesin Indonesia untuk merancang dan membangun kendaraan hemat energi. Para peserta berlomba menciptakan mobil yang bisa menempuh jarak terjauh dengan konsumsi bahan bakar yang seminimal mungkin. KMHE mirip dengan Shell Eco-marathon yang berada ditingkat internasional. Kedua kejuaraan ini bertujuan untuk mendorong inovasi transportasi yang berkelanjutan. Pada kompetisi ini melatih mahasiswa dalam penerapan ilmu teknik, efisiensi energi, dan pengembangan

keterampilan praktik. Selain itu, kedua event ini merespon terjadinya perubahan iklim dengan mendorong inovasi dalam teknologi transportasi ramah lingkungan dengan menekankan pentingnya pengurangan konsumsi energi dan emisi. Dengan begitu para peserta tidak hanya menerapkan pengetahuan teknis, tetapi juga berkontribusi pada upaya global dalam mengatasi krisis iklim.

Salah satu cara menekan konsumsi energi pada kendaraan adalah pengurangan bobot kendaraan. Pengurangan bobot bisa ditempuh pada proses perancangan kendaraan tersebut. Pada proses perancangan, optimasi topologi bisa dimanfaatkan untuk menentukan bagian-bagian dari komponen sebuah kendaraan yang bisa dihilangkan.

Optimasi topologi merupakan metode desain struktur yang bertujuan menemukan distribusi material paling efisien dalam suatu desain tertentu. Metode ini menghilangkan material yang tidak efisien tetapi tetap mempertahankan elemen-elemen penting untuk kinerja struktur desain tersebut. Dengan begitu metode ini menghasilkan desain yang ringan tetapi tetap kuat. Metode optimasi topologi bisa dilakukan dengan bantuan *software computer aided design* (CAD) SolidWorks.

Salah satu bagian kendaraan yang bisa dirancang dengan optimasi topologi adalah puli belakang pada sistem transmisi. Komponen ini merupakan bagian penting dari sistem transmisi. Dimana sistem transmisi merupakan bagian penting pada kendaraan untuk mengoptimalkan transfer daya dari penggerak mula ke roda penggerak. Untuk itu, peneliti ingin melakukan “optimasi topologi puli belakang prototipe kendaraan listrik”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalah yang ditentukan adalah bagaimana merancang puli belakang yang ringan serta memiliki kekuatan yang sesuai dengan beban yang diberikan, dengan metode optimasi topologi dengan *software* SolidWorks.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dapat terfokus pada topik, maka, diperlukan suatu batasan masalah, yaitu *mechanical properties* aluminium 6061-T6 dan 7075-T6 yang ada di pasaran dianggap sama dengan yang ada di SolidWorks.

### 1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah rancangan puli belakang yang ringan untuk prototipe kendaraan listrik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, penulis berharap puli belakang yang ringan ini bisa diaplikasikan secara nyata pada prototipe kendaraan listrik Driyarkara Racing Team (DRT), Nala.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

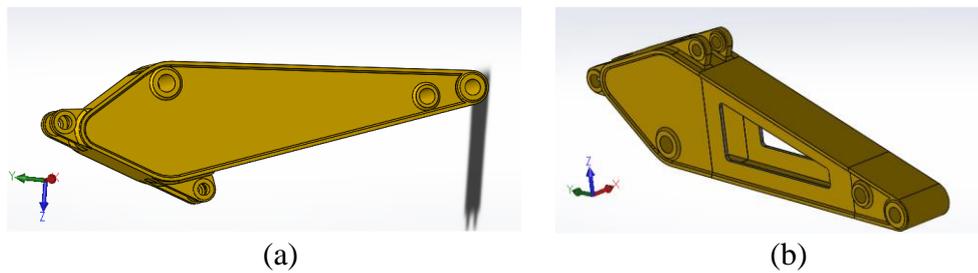
#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan Ardjuna yaitu optimasi desain *swing arm* tipe *monoshock* dua lengan pada sepeda motor menggunakan *software* SolidWorks 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain *swing arm* agar mencapai massa minimum namun tetap memenuhi faktor keamanan yang ditentukan. Metode yang digunakan meliputi pemodelan awal, simulasi pembebanan statis dan dinamis, optimasi topologi, serta pemodelan ulang berdasarkan hasil optimasi. Material yang digunakan adalah aluminium 6061-T6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses optimasi berhasil mengurangi massa *swing arm* sebesar 30%, dari 3,96 kg menjadi 2,76 kg, sambil tetap mempertahankan kekuatan struktural yang memadai. *Swing arm* hasil optimasi memiliki tegangan maksimum sebesar 102,4 MPa, faktor keamanan 1,9, dan frekuensi natural pertama 916,22 Hz. Pengujian lelah menunjukkan umur minimum *swing arm* mencapai 4.523 siklus, yang termasuk dalam kategori *high cycle fatigue*. Kesimpulannya, optimasi desain berhasil mengurangi bobot *swing arm* secara signifikan sambil mempertahankan performa struktural yang diperlukan (Ardjuna et al., 2024).

Penelitian yang pernah dilakukan Saputro dan teman-teman yaitu optimasi topologi pada geometri *frame Impulse RC Alien 4inch racing quadcopter* dengan material *polylactic acid* hasil *3d printing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan geometri *frame quadcopter Impulse RC Alien 4inch* yang dibuat dari *polylactic acid* (PLA) melalui proses 3D printing. Metode yang digunakan

adalah optimasi topologi untuk mencapai kekakuan dan keringanan yang setara dengan *frame carbon fiber*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *frame PLA* setelah dioptimasi dapat mencapai deformasi total maksimum standar dengan massa total yang lebih rendah dibandingkan dengan *frame carbon fiber*. Kesimpulan utama penelitian ini adalah bahwa desain ulang dengan pengurangan massa sebesar 60% memberikan hasil yang paling optimal, yaitu dengan massa total 74,11 gram dan deformasi total maksimum 0,1463 mm. Realisasi desain ini berhasil dilakukan dan diuji coba dengan hasil yang memuaskan, meskipun masih ada beberapa evaluasi yang perlu dilakukan (Saputro et al., 2018).

Penelitian lain yang pernah dilakukan Hadi Suryo & Yuniarto yaitu optimasi desain topologi struktur *arm excavator* CAT 374D L menggunakan metode elemen hingga. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain *arm excavator* agar lebih ringan namun tetap mempertahankan kekuatannya. Metode yang digunakan meliputi pemodelan 3D *arm excavator*, analisis linear statik menggunakan metode elemen hingga, dan optimasi topologi. Material yang digunakan adalah Hardox 400. Proses optimasi dilakukan dengan menentukan *manufacturing constraint*. Hasil analisis linear statik menunjukkan tegangan maksimum sebesar 351,3 MPa. Setelah dilakukan optimasi topologi, massa arm berkurang dari 4000 kg menjadi 3852 kg, dengan tegangan maksimum menurun menjadi 340,5 MPa. *Safety factor* juga meningkat dari 2,84 menjadi 2,88. Pada penelitian tersebut optimasi topologi berhasil mengurangi massa *arm excavator* sambil tetap mempertahankan kekuatan strukturnya, menghasilkan desain yang lebih ringan dan efisien namun tetap aman untuk digunakan. (Hadi Suryo & Yuniarto, 2020). Contoh dari optimasi topologi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



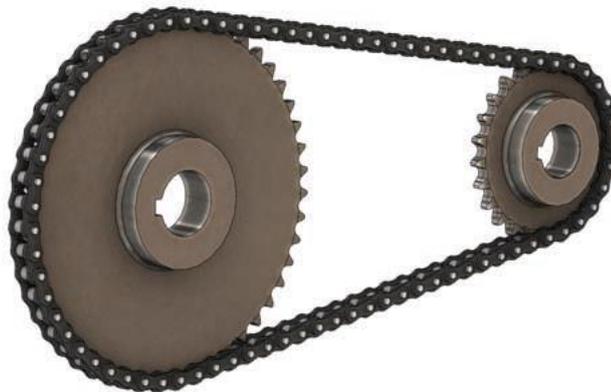
**Gambar 2.1.** (a) Sebelum dan (b) sesudah optimasi topologi (Hadi Suryo & Yuniyanto, 2020)

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Sistem Transmisi

#### A. Rantai – Sproket

Rantai – sproket merupakan salah satu bagian yang penting dari sistem transmisi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 ini biasa digunakan pada sepeda maupun sepeda motor. Fungsi dari rantai – sproket mentransfer daya dari mesin ke roda belakang kendaraan. Rantai memiliki fungsi sebagai penghubung antara sproket satu dengan sproket yang lainnya sehingga meneruskan daya dari motor ke roda belakang. Sproket merupakan roda gigi yang memiliki fungsi untuk tempat rantai berputar dan sistem ini mengkonversi pergerakan rantai yang berputar menjadi rotasi pada roda belakang. Kelebihan yang dimiliki rantai – sproket yaitu selama digunakan tidak terjadi selip sehingga mendapatkan kecepatan yang maksimal, tingkat efisiensi transmisi yang tinggi, dapat mentransmisikan Tingkat daya yang tinggi, dapat digunakan pada suhu yang tinggi. Tetapi rantai – sproket juga memiliki kekurangan yaitu dibutuhkan pemeliharaan yang lebih terutama pelumasan serta penyetelan pada saat kendur, memiliki biaya produksi yang tinggi, pemasangan harus lurus karena mempengaruhi stabilitas dan usia pakai (Sabar, 2019).



**Gambar 2.2.** Rantai – Sprocket (Mott et al., 2018.)

### B. Roda Gigi

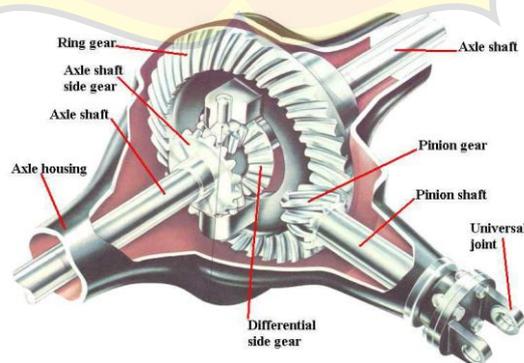
Roda gigi adalah komponen penting dalam mesin yang berperan mentransfer daya seperti pada Gambar 2.3. Mekanisme transmisi pada roda gigi terjadi melalui kontak dan gesekan antara pasangan roda gigi yang saling berhubungan. Daya yang ditransmisikan kemudian disalurkan melalui poros roda gigi tersebut. Sistem ini memungkinkan perpindahan energi mekanik secara efisien dalam berbagai aplikasi mesin. Roda gigi memiliki gigi yang saling berhubungan dengan roda gigi lainnya. Roda gigi memiliki fungsi memperbesar atau memperkecil torsi atau kecepatan yang ditransmisikan. Selain itu roda gigi juga dapat mengubah arah putaran dari putaran horizontal menjadi putaran vertical maupun arah sebaliknya. Roda gigi biasanya digunakan pada sistem transmisi kendaraan, jam tangan serta pada mesin-mesin industri (Prasetyo Putra Wibowo dan Agus Sigit Pramono, 2017).



**Gambar 2.3.** Roda gigi (Mott et al., 2018)

### C. Gardan

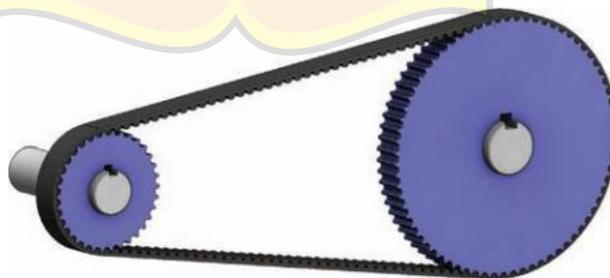
Gardan merupakan salah satu komponen penting pada sistem transmisi kendaraan untuk meneruskan putaran mesin menuju poros penggerak roda seperti Gambar 2.4. Gardan memiliki fungsi untuk meneruskan tenaga putaran mesin menuju poros penggerak roda kendaraan. Fungsi yang kedua sebagai pembeda putaran poros kiri dan kanan, yang berguna untuk memudahkan kendaraan saat berbelok arah. Selain itu gardan juga merubah arah putar sebesar 90 derajat. Tenaga putar yang awalnya lurus dari mesin dan transmisi diubah 90 derajat hingga dapat memutar poros penggerak roda kendaraan (Ferisa Danesvaran, 2022).



**Gambar 2.4.** Gardan (Yoyok Damay, 2020)

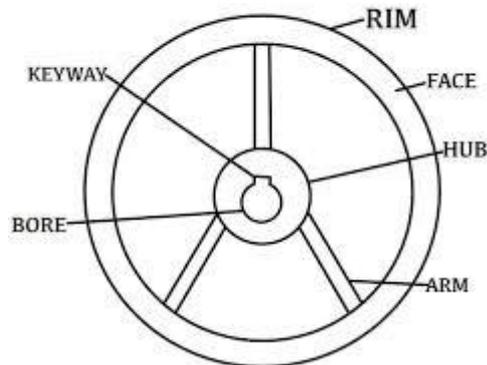
#### D. *Timing belt* dan puli

*Timing belt* dan puli merupakan suatu sistem transmisi yang berfungsi untuk mentransmisikan suatu daya, putaran mesin, serta torsi dari suatu poros menuju poros yang lain seperti yang ditunjukkan Gambar 2.5. *Timing belt* dan puli bekerja secara bersamaan, keduanya penting dalam kestabilan putaran tenaga mesin yang efisien dalam berbagai aplikasi terutama dalam mesin yang memerlukan sinkronisasi yang tepat seperti mesin otomotif dan mesin industri. Pada suatu sistem *timing belt* dan puli terdapat bagian – bagian, yaitu *driver puli*, *belt*, serta *driven puli*. *Driver puli* merupakan puli yang terhubung ke sumber tenaga atau motor. *Driver puli* adalah komponen yang penting dalam sistem transmisi, karena *driver puli* menyediakan tenaga dari motor yang diperlukan sebagai penggerak komponen lain. *Timing belt* adalah sabuk yang digunakan untuk penghubung antara *driver puli* dengan *driven puli*. *Timing belt* tidak meregang atau slip, sehingga dapat mentransmisikan putaran pada rasio kecepatan sudut konstan. Sedangkan *driven puli* merupakan puli yang terhubung ke komponen yang akan digerakan. Puli yang digerakan ini akan menerima daya mekanis yang berasal dari *driver puli*, maka mesin dapat menjalankan fungsinya dengan efektif.



**Gambar 2.5.** *Timing belt* dan puli (Mott et al., 2018)

Bagian - bagian timing puli:



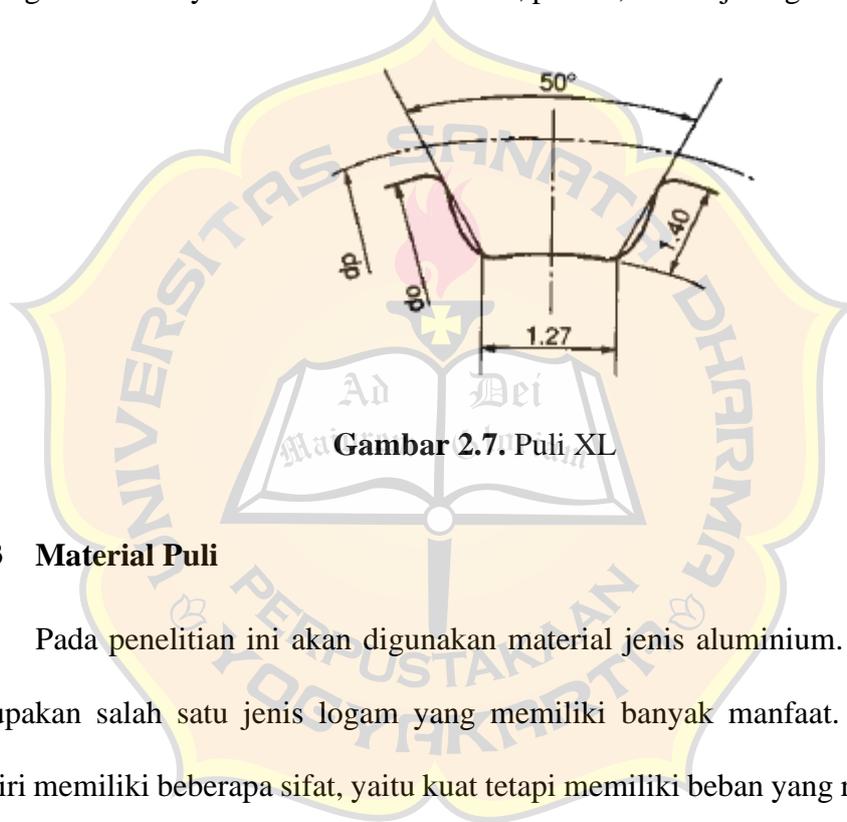
**Gambar 2.6.** Bagian - bagian timing puli (Amrit Kumar, 2022)

Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.6 *timing* puli memiliki beberapa bagian yaitu:

- a) *Rim*: pada puli, *rim* adalah bagian terluar yang biasanya bersentuhan langsung dengan sabuk atau *belt*. Bentuknya yang melingkar memungkinkan pergerakan sabuk dengan lancar.
- b) *Face*: ini adalah permukaan samping puli. Pada beberapa desain, *face* bisa memiliki alur atau kontur khusus untuk membantu pengarahannya dan stabilitas sabuk.
- c) *Hub*: pusat puli yang terhubung ke poros. *Hub* mentransfer gerakan rotasi antara poros dan bagian lain puli.
- d) *Bore*: lubang tengah di *hub* tempat poros masuk. Ukuran dan bentuknya harus sesuai dengan poros untuk memastikan pemasangan yang tepat dan efisien.
- e) *Arm*: menghubungkan *hub* ke *rim*. Pada puli, *arm* membantu mendistribusikan beban dan mentransfer tenaga dari *hub* ke *rim*.
- f) *Keyway*: sebuah alur atau celah pada *bore* yang digunakan untuk mengunci puli ke poros, mencegah slip rotasional.

### 2.2.2 Puli XL

Puli jenis XL merujuk pada tipe puli yang menggunakan sabuk timing XL. Puli XL memiliki profil gigi berbentuk trapesium. Gigi ini lebih kecil dan halus dibandingkan dengan jenis puli timing lainnya. Cocok untuk aplikasi presisi tinggi dengan kecepatan rendah hingga menengah. Memiliki kapasitas beban yang lebih rendah dibanding jenis L atau H. Ideal untuk transmisi daya ringan hingga menengah. Umumnya terbuat dari aluminium, plastik, atau baja tergantung aplikasi.



Gambar 2.7. Puli XL

### 2.2.3 Material Puli

Pada penelitian ini akan digunakan material jenis aluminium. Aluminium merupakan salah satu jenis logam yang memiliki banyak manfaat. Aluminium sendiri memiliki beberapa sifat, yaitu kuat tetapi memiliki beban yang ringan, tidak memiliki sifat *magnetic*, aluminium dapat menjadi konduktor panas dan listrik yang baik, selain itu juga tahan terhadap korosi. Proses pembentukan aluminium dimulai dari bijih bauksit kemudian melalui beberapa tahap penting. Yang pertama proses *bayer*, pada proses ini dilakukannya pemurnian bijih bauksit agar mendapatkan aluminium oksida ( $Al_2O_3$ ). Bijih bauksit dicuci menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) agar menghasilkan alumina. Proses yang kedua yaitu hall-

heroult, pada proses ini melibatkan elektrolisis alumina untuk menghasilkan aluminium murni. Pada proses ini alumina dilarutkan dalam kriolit cair pada suhu yang tinggi, dan arus searah dilewatkan melalui larutan untuk memisahkan aluminium dari oksigen. Aluminium yang dihasilkan kemudian didinginkan dan dipadatkan menjadi ingot (aluminium batangan) (Kisnawati & Kimia, 2016).

#### A. Aluminium 6061-T6

Aluminium 6061-T6 merupakan salah satu jenis aluminium yang paling sering digunakan. Aluminium jenis ini memiliki kekuatan yang tinggi, tahan terhadap korosi serta memiliki berat yang ringan. Penggunaan aluminium ini banyak diaplikasikan pada industri otomotif, *aerospace*, konstruksi, pipa, serta peralatan industri (Tsamroh & Riza Fauzy, 2022). Aluminium 6061-T6 memiliki arti kode, pada angka enam digit pertama menunjukkan bahwa unsur tersebut merupakan paduan magnesium dan silikon. Digit kedua, jika berupa angka 0, berarti unsur tersebut merupakan paduan standar, komposisinya belum dimodifikasi. Terakhir, dua digit terakhir, 61, menunjukkan paduan tertentu. T6 menandakan perlakuan panas yang diberikan pada paduan.

#### B. Aluminium 7075-T6

Aluminium jenis ini merupakan material utama dalam industri penerbangan karena keunggulannya. Logam ini ringan, tahan korosi, dan bersifat non-*magnetik*. Aluminium juga memiliki keuletan tinggi, mudah dibentuk dan disambung serta tahan korosi, Karakteristik-karakteristik ini menjadikan aluminium ini pilihan ideal untuk komponen pesawat terbang, memungkinkan desain yang ringan namun kuat dan tahan lama (Priyani Budiyarti, 2018). Pada aluminium 7075-T6 ini memiliki kode pada angka 7 di awal menunjukkan bahwa ini adalah paduan seri 7000, yang

berarti zinc adalah elemen paduan utamanya. Dua angka selanjutnya (075) mengidentifikasi komposisi spesifik paduan dalam seri 7000. T6: Ini adalah kode perlakuan panas (*heat treatment*) yang menunjukkan kondisi paduan.

Kedua material diatas dipilih karena merupakan seri aluminium yang paling umum ditemukan di pasaran. Perbandingan mechanical properties 6061-T6 dan 7075-T6 ditunjukkan pada Tabel 2.1.

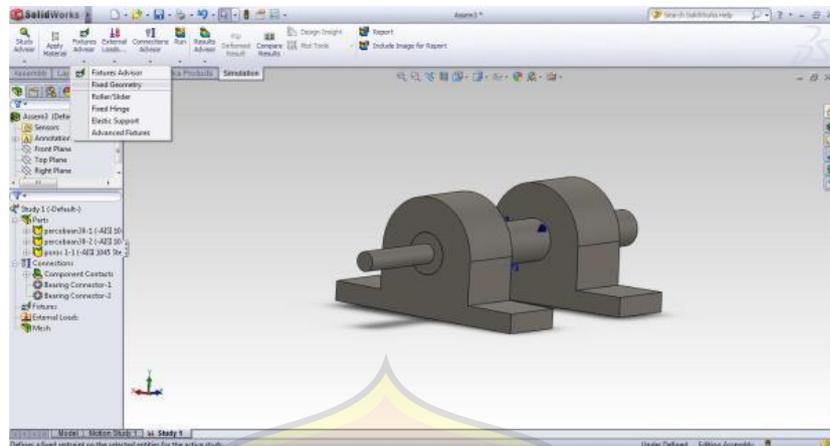
**Tabel 2.1.** Perbandingan *mechanical properties* Aluminium 6061-T6 dan Aluminium 7075-T6.

Properties	Aluminium 6061-T6	Aluminium 7075-T6
Elastic Modulus (N/m <sup>2</sup> )	6,90x10 <sup>10</sup>	7,2e+10
Poisson`s Ratio (N/A)	0,33	0,33
Shear Modulus (N/m <sup>2</sup> )	2,60x10 <sup>10</sup>	2,69e+10
Mass Density (Kg/m <sup>3</sup> )	2700	2810
Tensile Strength (N/m <sup>2</sup> )	310000002,1	570000000
Yield Strength (N/m <sup>2</sup> )	275000000,9	505000000
Thermal Expansion Coefficient (K)	2,4e-05	2,36e-05
Thermal Conductivity (W/(m-K))	166,9	130
Specific Heat (J/(kg-K))	896	960

#### 2.2.4 SolidWorks

Solidworks adalah suatu perangkat lunak yang berguna untuk membuat desain 3D seperti pada Gambar 2.8. SolidWorks memungkinkan para pengguna membuat desain 3D yang kompleks dan akurat disetiap bagiannya, *assembly*, serta gambar produksi. Selain itu SolidWorks juga dapat digunakan untuk simulasi. Pengguna SolidWorks dapat menganalisis perilaku suatu produk yang telah didesain seperti ketegangan, deformasi, serta gerakan. Pada SolidWorks terdapat

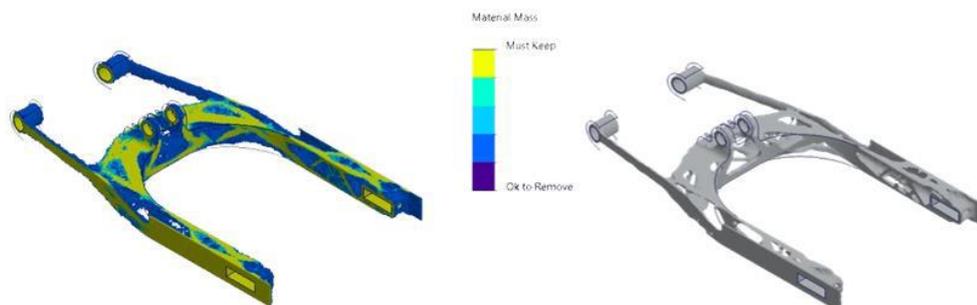
fitur optimasi topologi serta simulasi statis seperti yang digunakan pada proses perancangan puli ini.



**Gambar 2.8.** Contoh desain SolidWorks (Alfatih Hendrawan et al., 2016)

#### A. Optimasi Topologi

Optimasi topologi merupakan suatu teknik yang terdapat di SolidWorks yang digunakan untuk mengoptimalkan desain suatu benda dengan menghilangkan material pada bagian yang tidak diperlukan dari suatu bentuk desain tersebut. Tujuannya yaitu untuk mengoptimalkan kinerja desain, dengan mengurangi massanya tetapi tetap mempertahankan kekuatan dan ketahanan. Optimasi topologi ini biasanya dapat digunakan dalam berbagai macam pengaplikasian seperti otomotif, *aerospace*, konstruksi, serta peralatan industri. Teknik ini memungkinkan para desainer untuk mencapai desain yang lebih efisien dan efektif dengan mempertahankan kinerja yang tetap optimal.

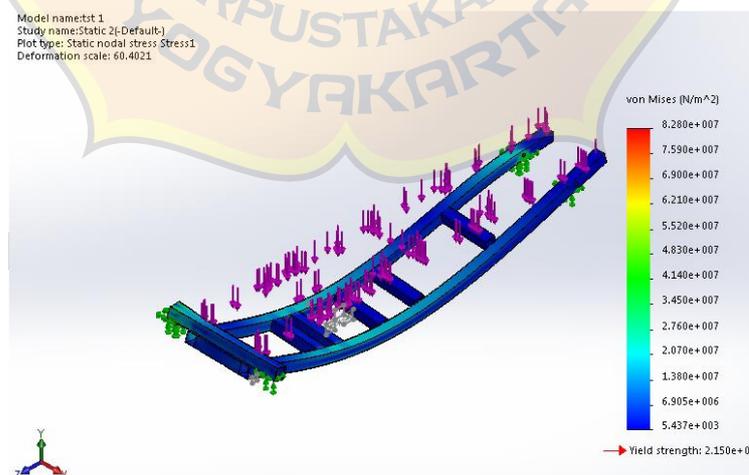


**Gambar 2.9.** Optimasi topologi(Ardjuna et al., 2024)

Pada Gambar 2.9 merupakan contoh tahapan optimasi topologi sebuah komponen melalui tiga tahap. Pada warna merah dan kuning menunjukkan area kritis, warna biru menunjukkan area yang berpotensi untuk dikurangi materialnya. Proses ini bertujuan menghasilkan desain yang lebih ringan namun tetap kuat, mengoptimalkan penggunaan material dan meningkatkan kinerja komponen secara keseluruhan.

## B. Simulasi Statis

Simulasi statis adalah analisis suatu struktur terhadap suatu beban yang diterapkan, serta untuk mengevaluasi kekuatan dan stabilitas desain. Simulasi ini sangat berguna untuk mengevaluasi performa komponen dibawah beban, seperti gaya, tekanan, dan torsi. Dengan melakukan simulasi statis maka desainer dapat mengetahui secara mendalam mengenai desain jika berperilaku secara nyata, dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat serta pengembangan produk yang lebih efisien.



**Gambar 2.10.** Simulasi statis (Alfatih Hendrawan et al., 2016)

Pada Gambar 2.10 merupakan contoh hasil dari simulasi statis dari sebuah komponen mekanis. Warna-warna yang ditampilkan mewakili intensitas tegangan, dengan warna biru menunjukkan area tegangan rendah dan merah menunjukkan area tegangan tinggi. Bagian tengah komponen menunjukkan konsentrasi tegangan yang lebih tinggi, ditandai dengan warna hijau ke merah. Simulasi ini membantu desainer mengidentifikasi area kritis yang mungkin memerlukan penguatan atau redesain untuk meningkatkan kinerja dan keamanan komponen. Pada hasil statis terdapat 3 bagian yaitu:

1. *Stress1 (-vonMises):*

Mengacu pada tegangan *von Mises*, yang merupakan nilai skalar yang dapat dihitung dari tensor tegangan. Tegangan *von Mises* digunakan untuk memprediksi *yield* material di bawah kondisi pembebanan kompleks. Ini berguna dalam analisis kekuatan material, terutama untuk material duktil.

2. *Displacement1 (-Res):*

Ini menunjukkan perpindahan resultan (*resultant displacement*). Mengukur seberapa jauh suatu titik pada struktur bergerak dari posisi aslinya akibat pembebanan. Biasanya dinyatakan dalam satuan panjang (misalnya mm atau inch).

3. *Strain1 (-Equivalent-):*

Merujuk pada regangan ekuivalen (*equivalent strain*). Regangan adalah ukuran deformasi relatif suatu benda. Regangan ekuivalen adalah nilai skalar yang mewakili intensitas regangan total, mirip dengan tegangan *von Mises* untuk tegangan.

### 2.2.5 Motor Listrik

Motor listrik adalah mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerja dari motor listrik dengan cara arus listrik dialirkan ke kumparan stator, menghasilkan medan magnet, medan magnet ini berinteraksi dengan rotor, menyebabkan rotor berputar. Putaran rotor menghasilkan energi mekanik. Pada penelitian ini menggunakan motor *spindle* CNC mini. Motor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Kriteria	Spesifikasi
Jenis mesin	CNC <i>milling</i>
Daya	0,5 kW
Torsi	0,46 N.m
Kecepatan motor	10000 RPM
Jam kerja	8-10 Jam/hari
Kecepatan roda belakang	624 RPM
Jarak pusat <i>pinion-pulley</i>	345 mm $\pm$ 0,68



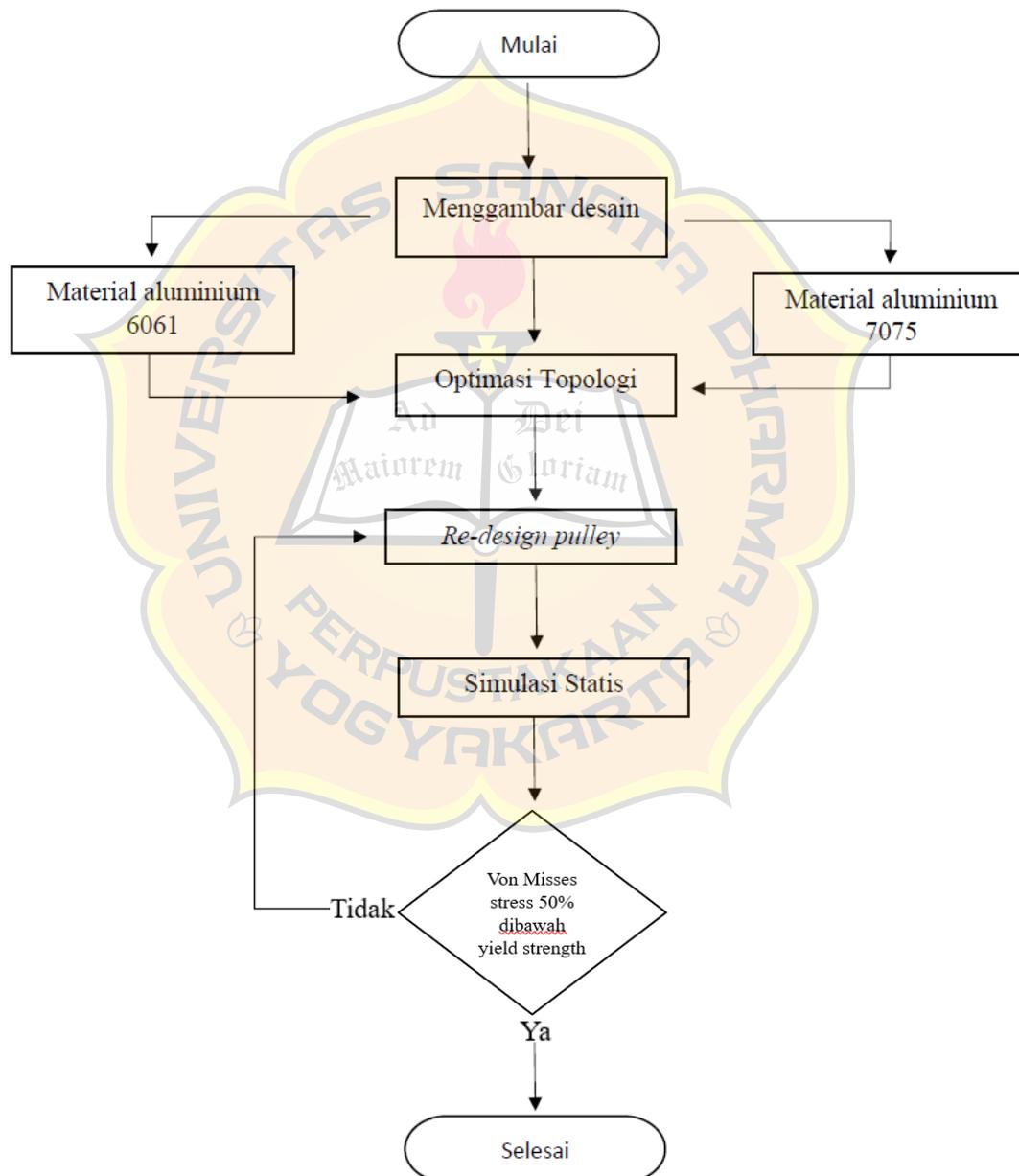
**Gambar 2.11.** Motor *spindle* CNC mini

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 3.1 Diagram Alir

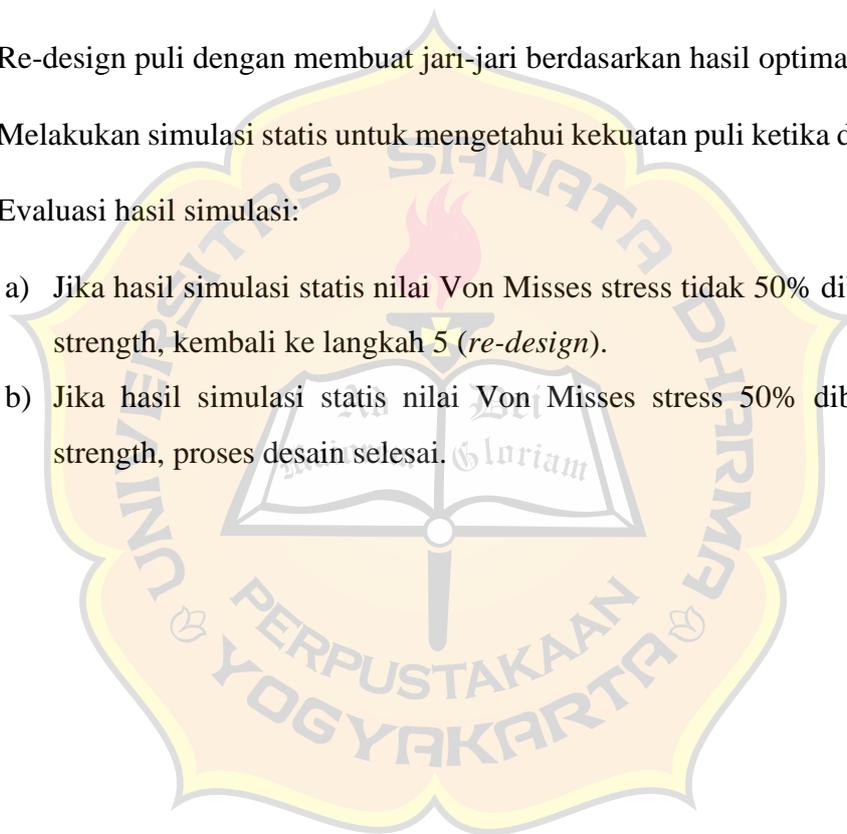
Pada penelitian ini melalui beberapa langkah. Langkah dimulai dari membuat desain, pemilihan material yang akan digunakan, selanjutnya yaitu melakukan optimasi topologi serta simulasi statis yang mengacu pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** Alir penelitian

Pada Gambar 3.1 merupakan langkah-langkah yang dilakukan selama perancangan berlangsung adalah sebagai berikut:

1. Menggambar desain puli dengan *pitch* dan jumlah *teeth* yang sesuai dengan *belt* yaitu puli jenis XL menggunakan *software* SolidWorks.
2. Pemilihan material untuk puli (aluminium 6061-T6 dan 7075-T6).
3. Melakukan optimasi topologi untuk mengurangi berat berkisar 70% untuk mengoptimalkan penggunaan material.
4. Re-design puli dengan membuat jari-jari berdasarkan hasil optimasi topologi.
5. Melakukan simulasi statis untuk mengetahui kekuatan puli ketika diberi beban.
6. Evaluasi hasil simulasi:
  - a) Jika hasil simulasi statis nilai Von Mises stress tidak 50% dibawah yield strength, kembali ke langkah 5 (*re-design*).
  - b) Jika hasil simulasi statis nilai Von Mises stress 50% dibawah yield strength, proses desain selesai.

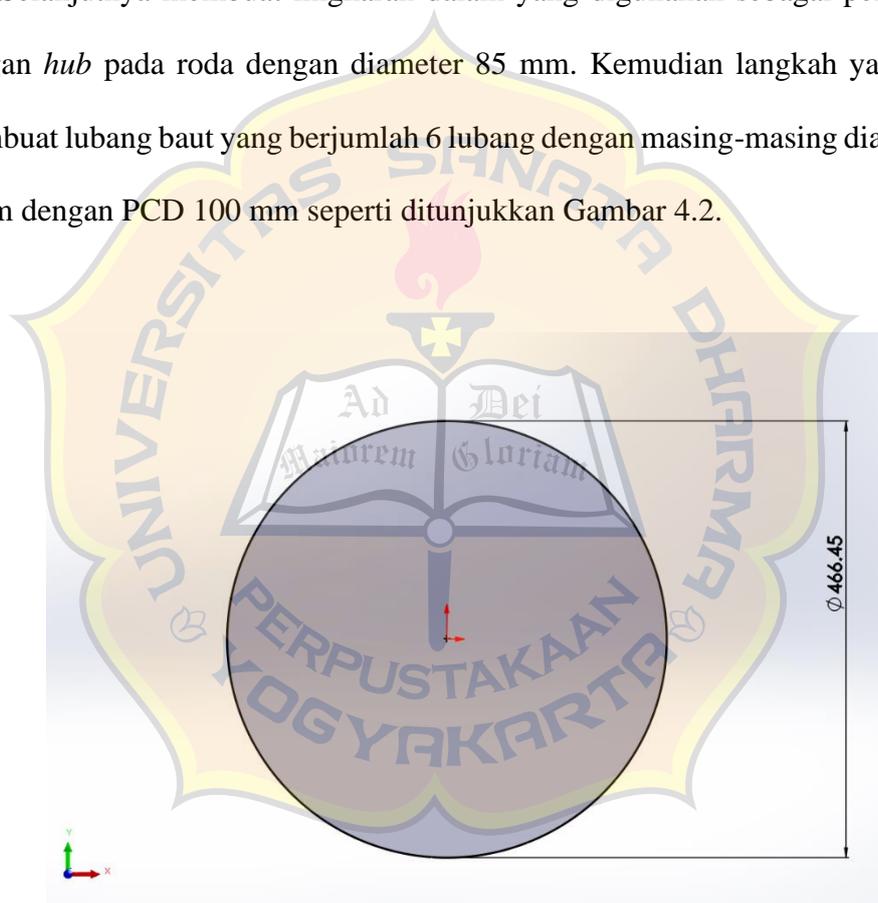


## BAB IV

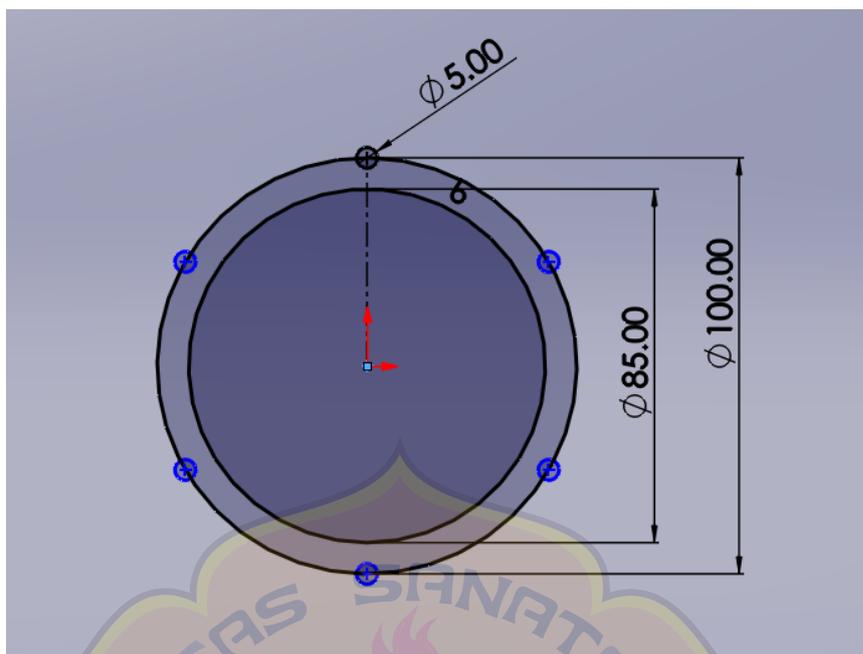
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Puli Awal

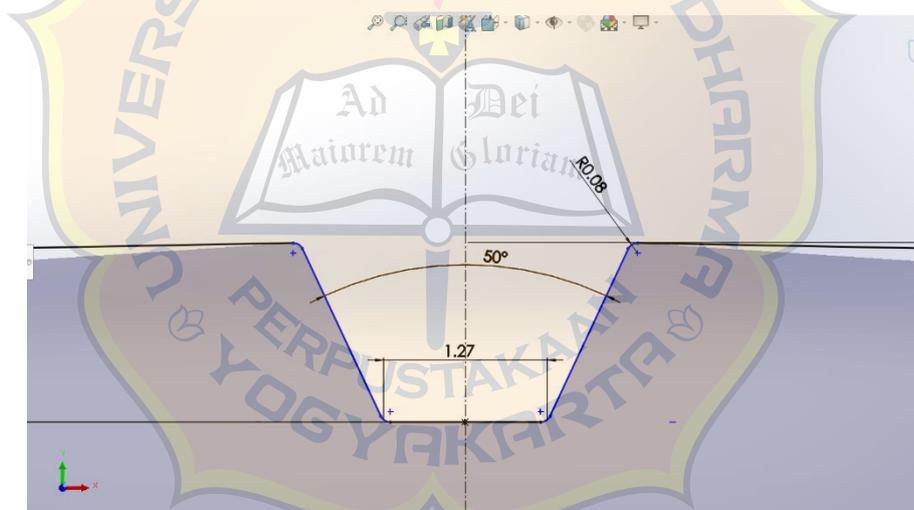
Langkah awal yang dilakukan yaitu membuat Sketch lingkaran. Pada penelitian ini puli memiliki jumlah gigi sebanyak 288 gigi. Dengan menggunakan *pitch* puli XL didapatkan diameter puli sebesar 467 mm seperti ditunjukkan Gambar 4.1. Selanjutnya membuat lingkaran dalam yang digunakan sebagai penghubung dengan *hub* pada roda dengan diameter 85 mm. Kemudian langkah yang ketiga membuat lubang baut yang berjumlah 6 lubang dengan masing-masing diameternya 5 mm dengan PCD 100 mm seperti ditunjukkan Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Diameter puli

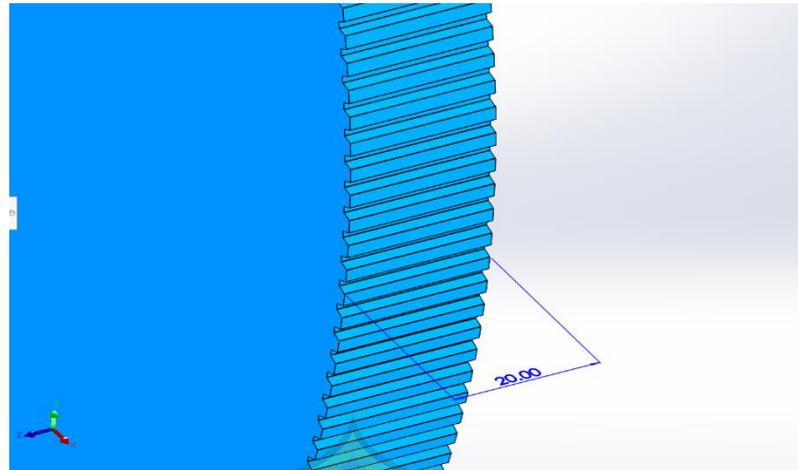


**Gambar 4.2.** Lubang baut dan *hub*



**Gambar 4.3.** Gigi puli

Pada puli tersebut memiliki lebar dasar 1,27 mm, kemiringan antar dinding giginya 50 derajat, serta sudut Fillet 0,08 mm seperti ditunjukkan Gambar 4.3. Pada langkah pembuatan gigi puli menggunakan fitur Circular Sketch Pattern untuk membuat seluruh gigi yang melingkar dengan jumlah 288 gigi.



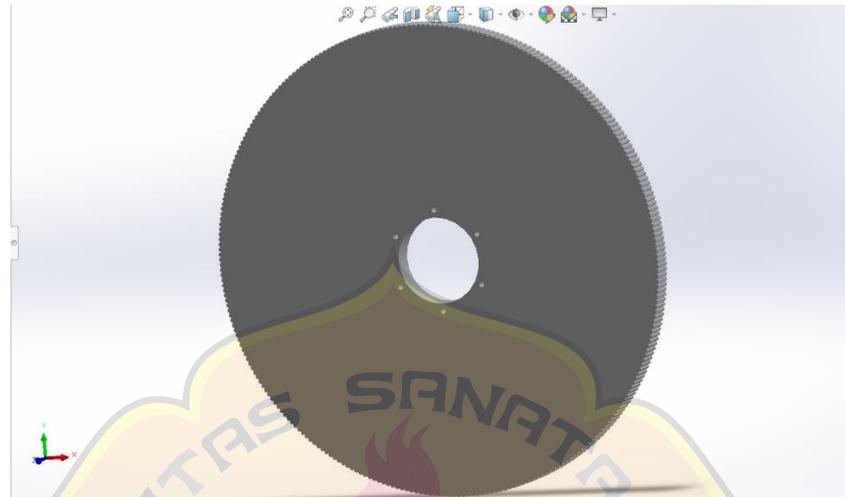
**Gambar 4.4.** Tebal puli

Puli ini memiliki ketebalan 20 mm yang dibuat dengan fitur Boss-Extrude yang ada di SolidWorks seperti ditunjukkan Gambar 4.4.

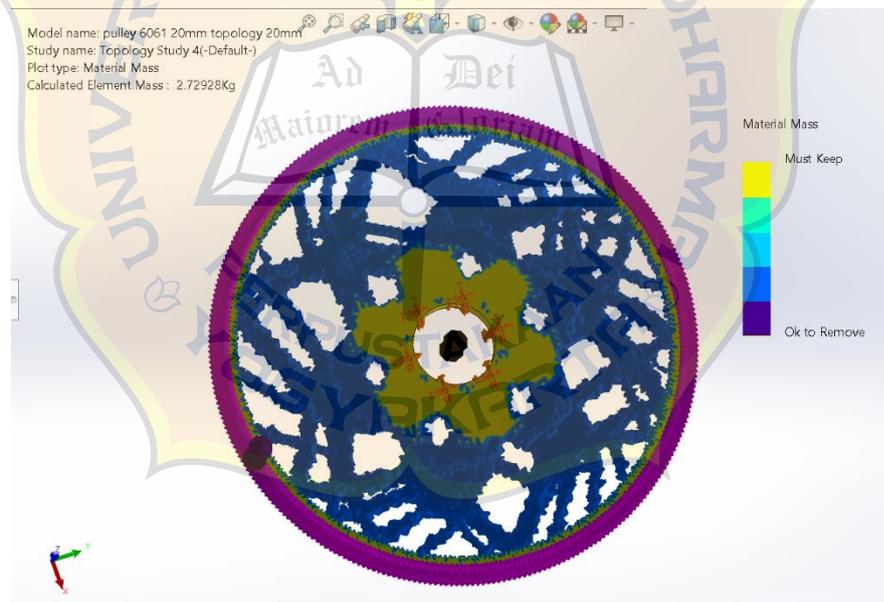
#### **4.2 Optimasi Topologi**

Sebelum melakukan optimasi topologi langkah awal yaitu membuat desain puli awal seperti pada Gambar 4.5. Langkah selanjutnya yaitu optimasi topologi. Pada Gambar 4.6 menunjukkan optimasi topologi dengan menggunakan material aluminium 6061-T6, pada material tersebut memiliki massa elemen 2,73 kg. Hasil diatas menampilkan beberapa warna pada area tertentu berdasarkan hasil pengoptimalan topologi. Pada warna kuning merupakan area kritis yang tidak dapat dihilangkan. Sedangkan daerah yang berlubang merupakan daerah yang nantinya dapat dikurangi materialnya dalam proses pembuatan jari-jari puli. Berbeda dengan gambar sebelumnya kali ini yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 menggunakan material aluminium 7075-T6. Pada material ini memiliki massa elemen yang lebih tinggi yaitu 2,84 kg dibandingkan dengan material yang sebelumnya yang hanya 2,73 kg. Perbedaan tersebut disebabkan oleh sifat material aluminium 7075

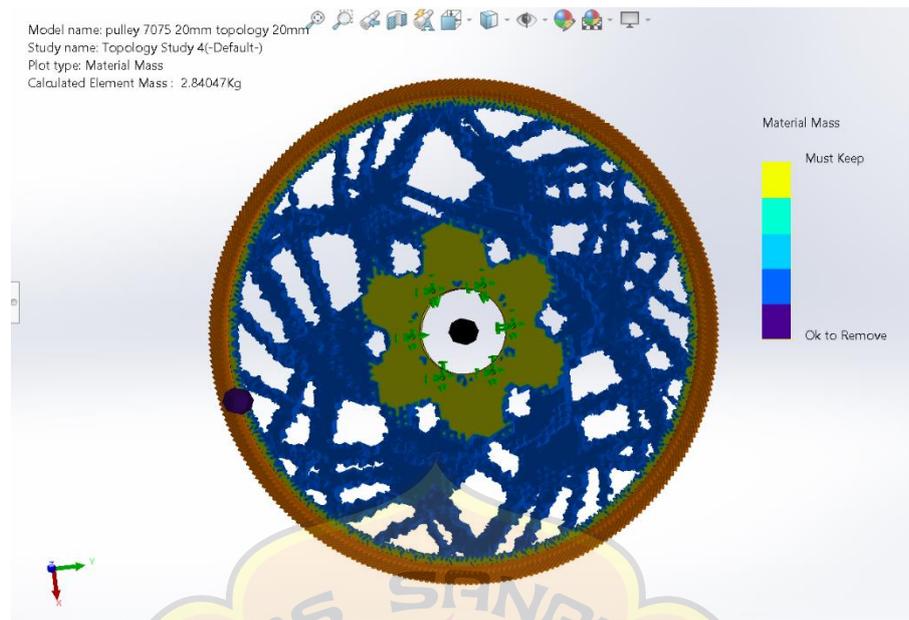
memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari pada 6061. Pada tahap optimasi topologi ini melalui beberapa langkah yaitu:



**Gambar 4.5** Puli awal

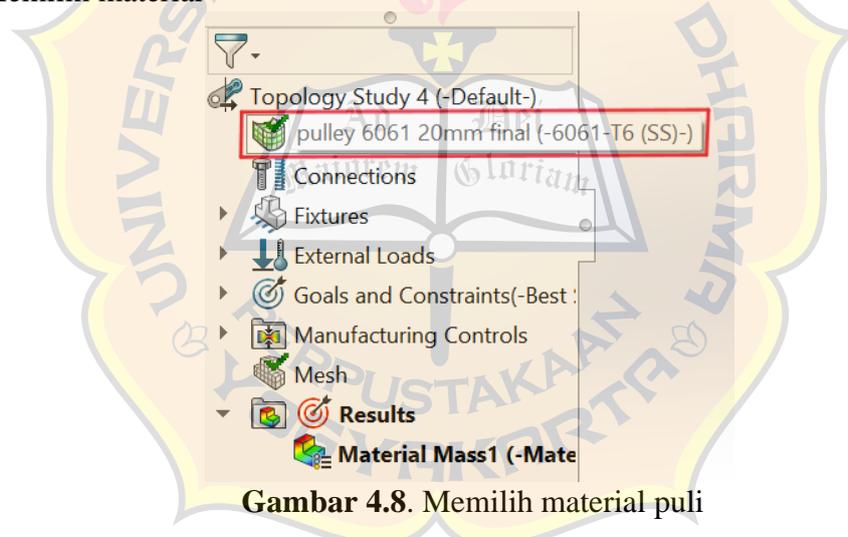


**Gambar 4.6** Optimasi topologi puli material aluminium 6061-T6



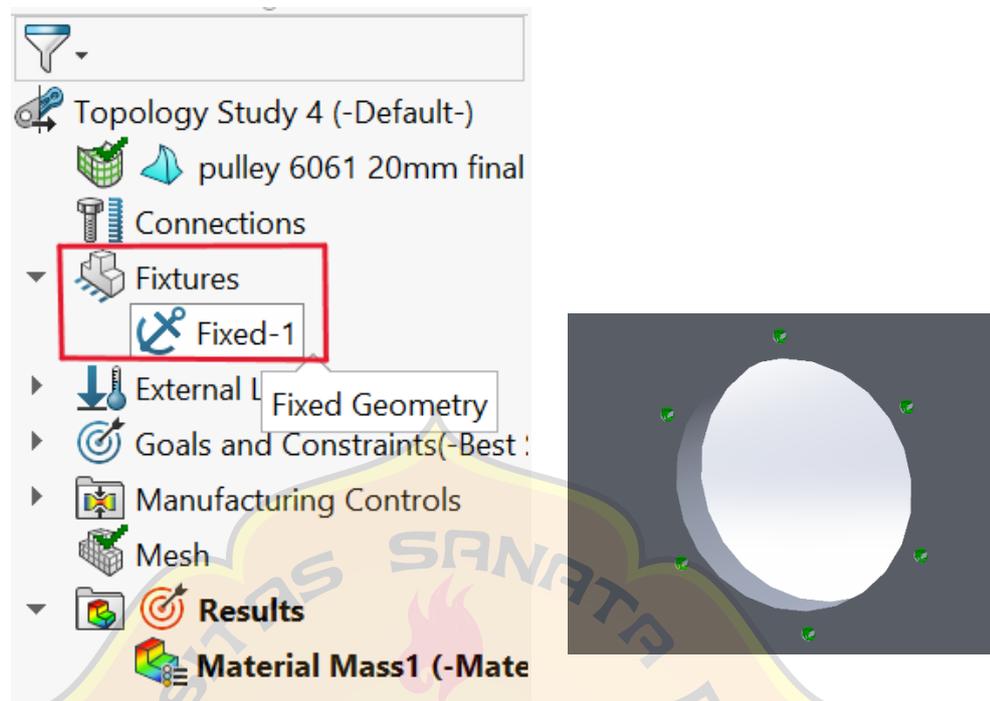
**Gambar 4.7** Optimasi topologi puli material aluminium 7075-T6

#### 1. Memilih material



**Gambar 4.8.** Memilih material puli

Pada tahap optimasi topologi langkah awal yang dilakukan yaitu memilih material yang akan digunakan seperti ditunjukkan Gambar 4.8. Pada optimasi topologi ini menggunakan material aluminium 6061-T6 dan yang kedua menggunakan 7075-T6.

2. Memilih *fixtures*

(a)

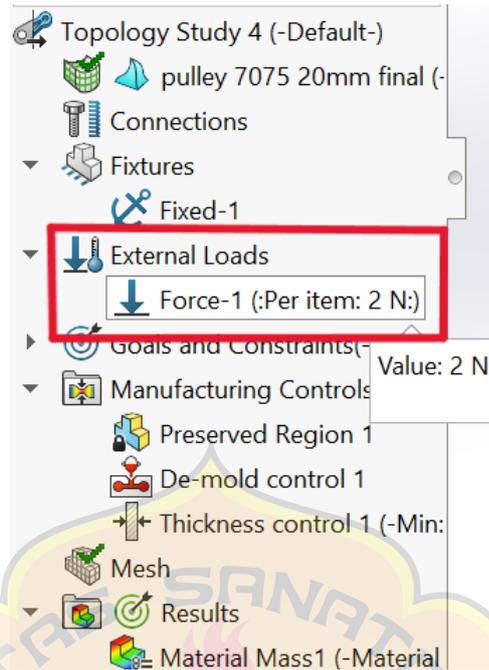
(b)

**Gambar 4.9.** (a) Memilih *fixtures*, dan (b) penempatan *fixtures*

Langkah selanjutnya yaitu memilih *fixtures* seperti ditunjukkan Gambar 4.9.

Pada langkah tersebut pilih *fixed geometry* dengan menempatkan pada setiap lubang bautnya seperti ditunjukkan Gambar 4.9. (a) Memilih *fixtures*, dan (b) penempatan *fixtures*.

3. Memasukan beban

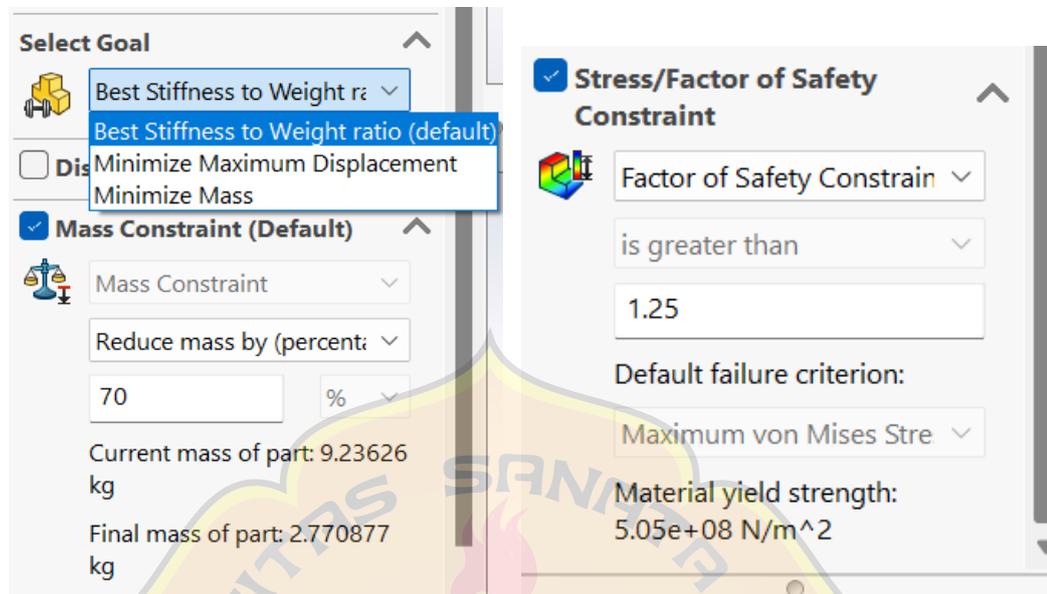


Gambar 4.10. Memasukan beban

Langkah yang ketiga yaitu memberikan beban sebesar 2 N pada setiap dinding gigi puli seperti ditunjukkan Gambar 4.10. Beban 2 N didapat dari kalkulasi dengan Persamaan 4.1:

(4.1)

$$\begin{aligned}
 F1 &= \text{ gaya } & F1 - F2 &= \frac{2T}{D} \\
 \text{tegang pada} & & & \\
 \text{belt} & & F1 &= \frac{2T}{D} + F2 \\
 F2 &= \text{ gaya } & \text{Torsi: } &0,46 \text{ Nm} \\
 \text{kendur pada} & & \text{Diameter puli:} &0,47 \\
 \text{belt} & & & \\
 T &= \text{ torsi } & & \text{m} \\
 \text{mesin} & & F2 &: 0 \\
 D &= \text{ diamter } & F1 &= \frac{2(0,46)}{0,47} + 0 = \\
 \text{puli} & & & 1,972 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4. Memilih *goals and constraint*

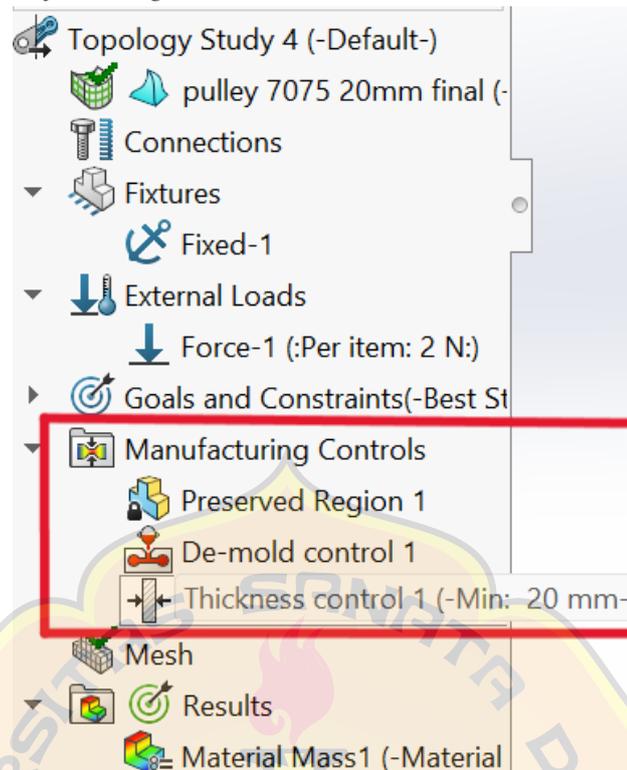
(a)

(b)

**Gambar 4.11.** Memilih *goals and constraint*

Langkah selanjutnya yaitu memilih *goals and constraints* seperti ditunjukkan Gambar 4.11. Pada pemilihan *goals* dipilih *best stiffness to weight ratio*. Sedangkan pada *mass constraint* beri nilai sebesar 70%. Serta pada *stress/factor of safety constraint* pilih pada *factor of safety constraint*.

#### 5. Memilih *manufacturing controls*

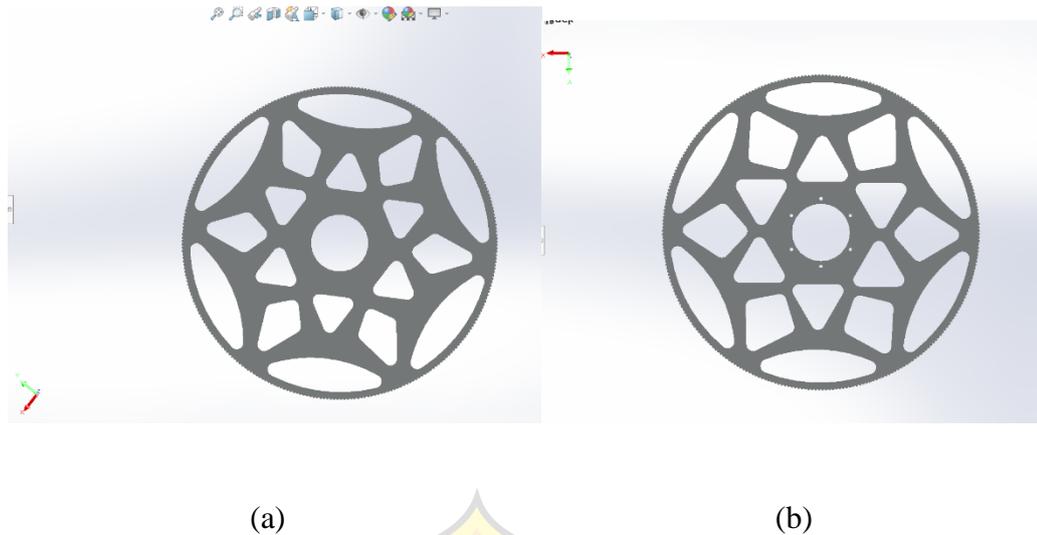


**Gambar 4.12.** Memilih *manufacturing controls*

Langkah selanjutnya yaitu *manufacturing controls* seperti ditunjukkan Gambar 4.12. Pada *preserved region* titik direksinya pilih pada setiap 6 lubang baut pada puli. Sedangkan pada *de-mold control* pilih *mid-plane*. Kemudian pada *thickness control* sebesar 20 mm. Setelah seluruh langkah-langkah ini dijalankan maka langkah selanjutnya yaitu *running*. Setelah proses *running* selesai maka akan didapatkan hasil dari optimasi topologi.

#### 4.3 Membuat Jari-Jari Puli

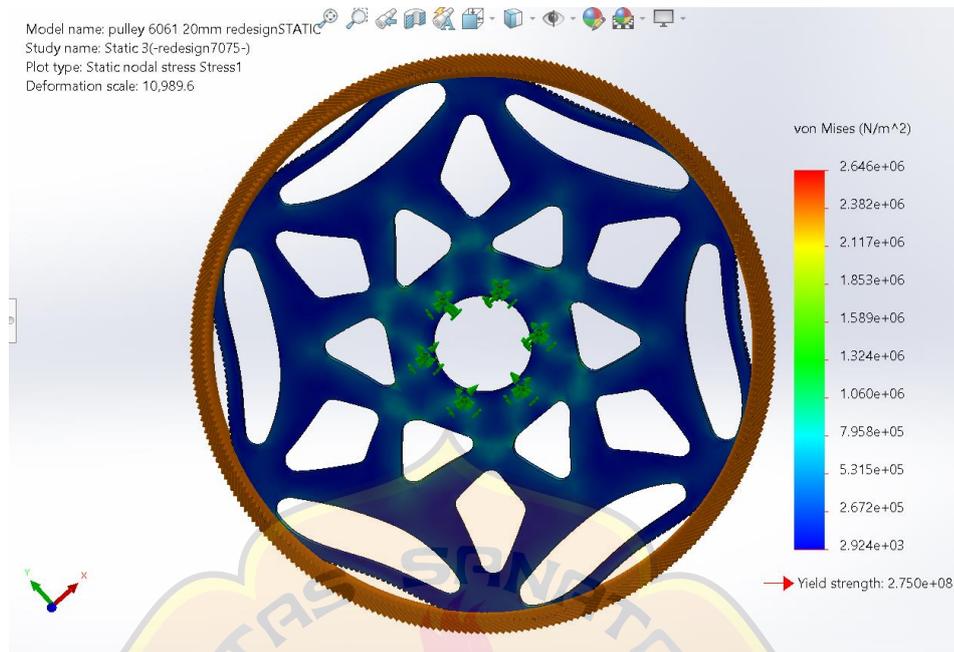
Setelah melalui tahap optimasi topologi, langkah selanjutnya yaitu membuat jari-jari pada puli seperti pada Gambar 4.13. Langkah ini bertujuan agar puli memiliki berat yang ringan tetapi tetap mempertahankan kekuatannya.



**Gambar 4.13.** Jari-jari puli, (a) material aluminium 6061-T6 (b) material aluminium 7075-T6

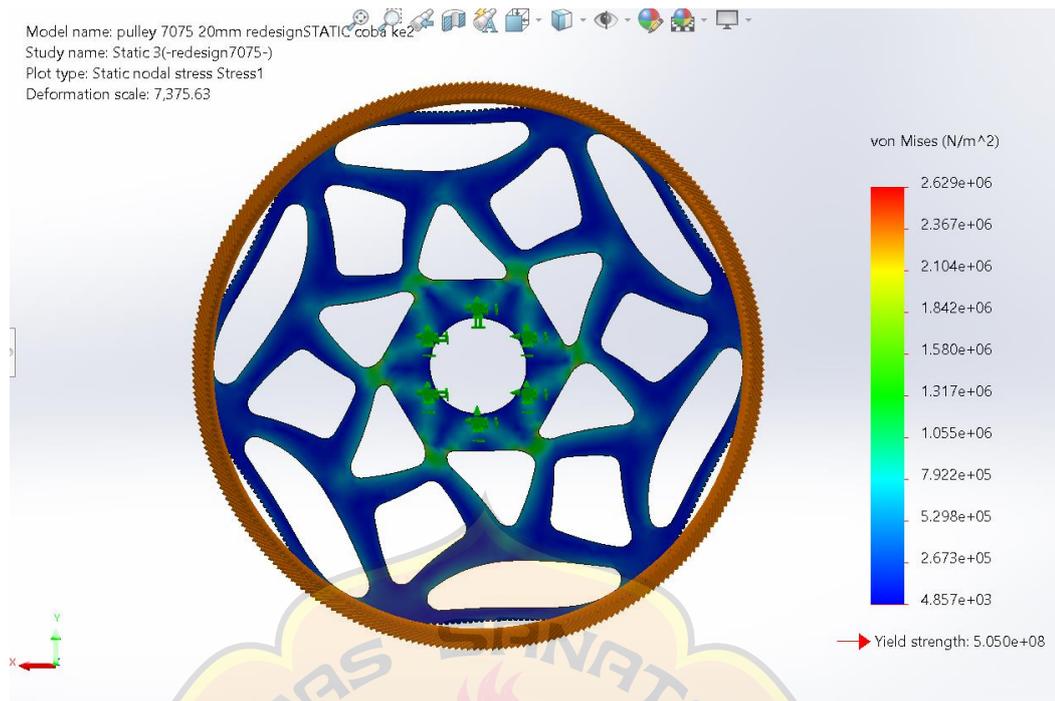
#### 4.4 Simulasi Statis

Pada Gambar 4.14 merupakan hasil dari simulasi statis puli dengan material aluminium 6061-T6. Hasil tersebut memiliki skala deformasi 10,989. Pada gradien warna menunjukkan distribusi tegangan yang diukur dalam  $N/m^2$ . Tegangan berkisar dari  $2,924e+03 N/m^2$  pada warna biru hingga  $2,646e+06 N/m^2$  pada warna merah. Kekuatan luluh yang dimiliki pada hasil tersebut yaitu  $2,750e+08 N/m^2$ , yang menunjukkan batas tegangan maksimum sebelum material mengalami deformasi plastis.



**Gambar 4.14.** Simulasi statis puli material aluminium 6061-T6

Berbeda dengan desain sebelumnya, desain pada Gambar 4.15 menggunakan material aluminium 7075-T6 dengan skala deformasi 7,375. Pada gradien warna menunjukkan distribusi tegangan,  $4,857e+03 \text{ N/m}^2$  pada warna biru hingga  $2,629+06 \text{ N/m}^2$  pada warna merah. Kekuatan luluh pada material ini  $5,050e+08 \text{ N/m}^2$ , memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan material sebelumnya. Material ini memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan material sebelumnya karena kekuatan luluh pada material ini lebih mendekati tegangan maksimum. Penggunaan aluminium 7075-T6, dikenal memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan aluminium 6061-T6.

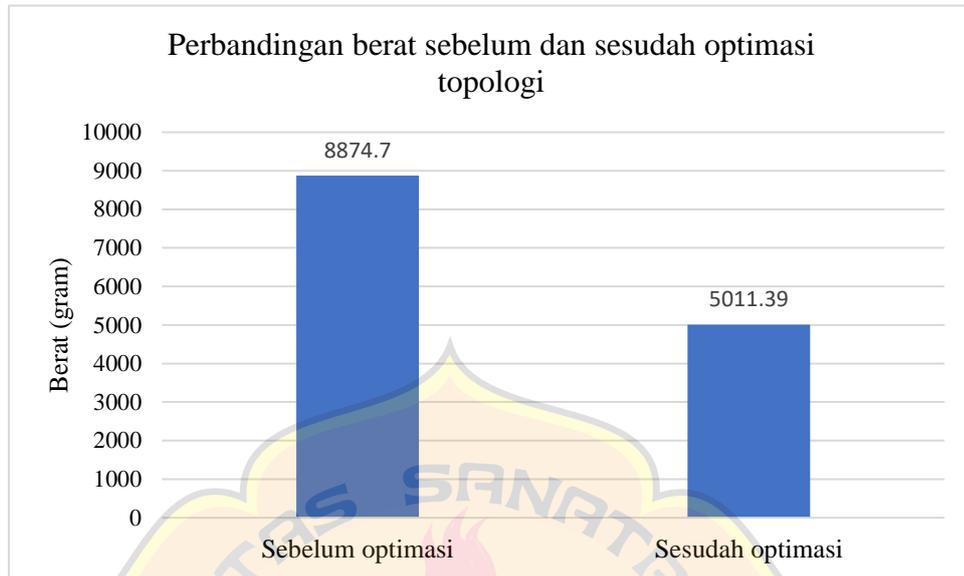


**Gambar 4.15.** Simulasi statis puli material aluminium 7075-T6

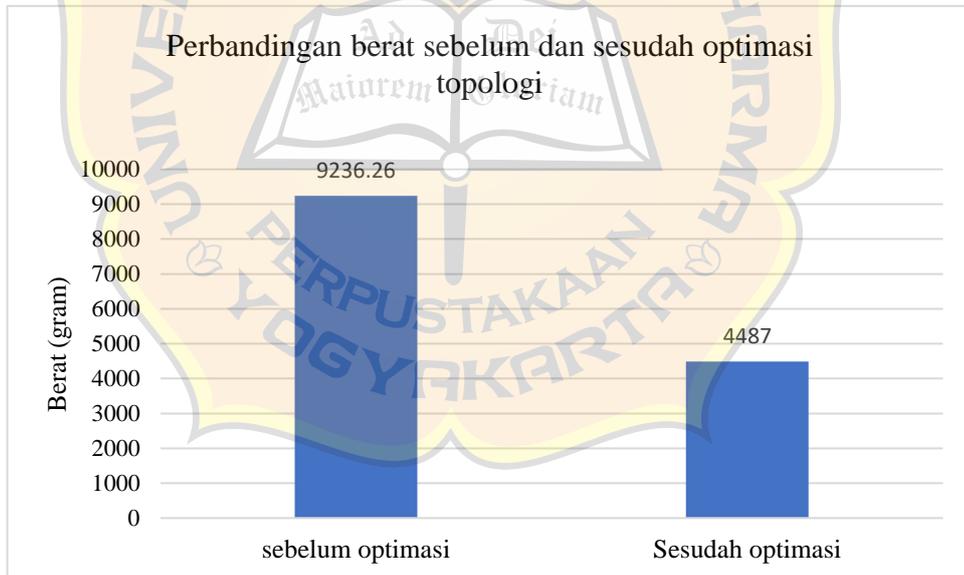
#### 4.5 Perbandingan berat sebelum dan sesudah *re-design*

Setelah melalui desain puli melalui proses optimasi topologi kemudian dilakukan *re-design* maka puli tersebut mengalami perubahan berat. Pada Gambar 4.16 merupakan perbandingan hasil sebelum dan sesudah optimasi topologi pada puli dengan menggunakan material aluminium 6061-T6, hasil sebelum dilakukannya optimasi topologi memiliki berat 8874 gram, sedangkan sesudah dilakukannya optimasi topologi puli tersebut memiliki berat 5011 gram. Pada proses ini puli mengalami pengurangan berat sebesar 43,53% dari berat awal. Berbeda dengan gambar sebelumnya, pada Gambar 4.17 menggunakan material aluminium 7075-T6, puli awal sebelum dilakukannya optimasi topologi dengan berat 9236 gram, kemudian sesudah dilakukannya optimasi topologi beratnya

menjadi 4487 gram. Pada proses ini mengalami pengurangan berat sebesar 51,42% dari berat awal.



**Gambar 4.16.** Perbandingan berat pada material aluminium 6061-T6

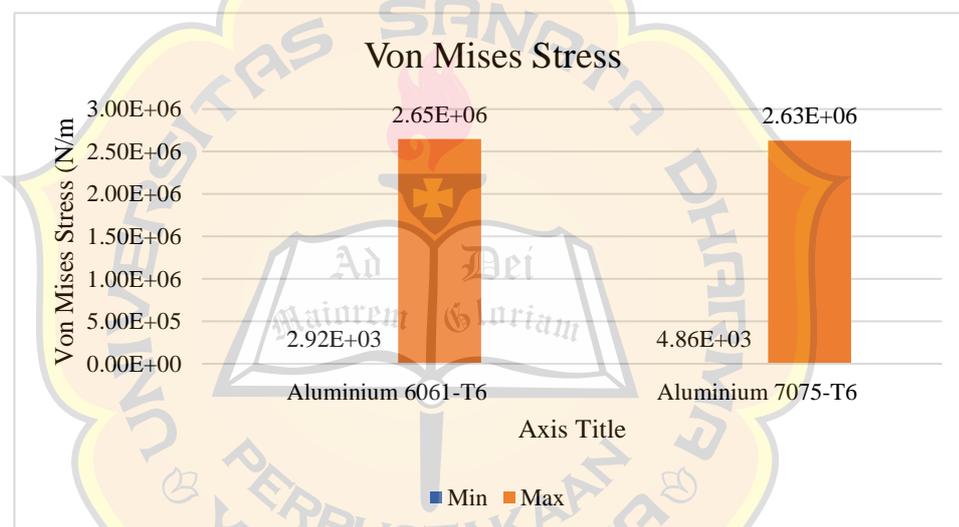


**Gambar 4.17.** Perbandingan berat pada material aluminium 7075-T6

## 4.6 Perbandingan hasil simulasi statis

### 4.6.1 Perbandingan *von Mises stress*

Pada Gambar 4.18 menunjukkan perbandingan *von Mises stress* dari material aluminium 6061-T6 dengan aluminium 7075-T6 pada proses simulasi statis. Material aluminium 7075-T6 memiliki nilai minimum *stress* yang lebih tinggi, yang menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi awal. Sedangkan pada nilai maksimum *stress* yang hampir sama menunjukkan bahwa kedua material memiliki batas kekuatan yang serupa dalam kondisi beban puncak.

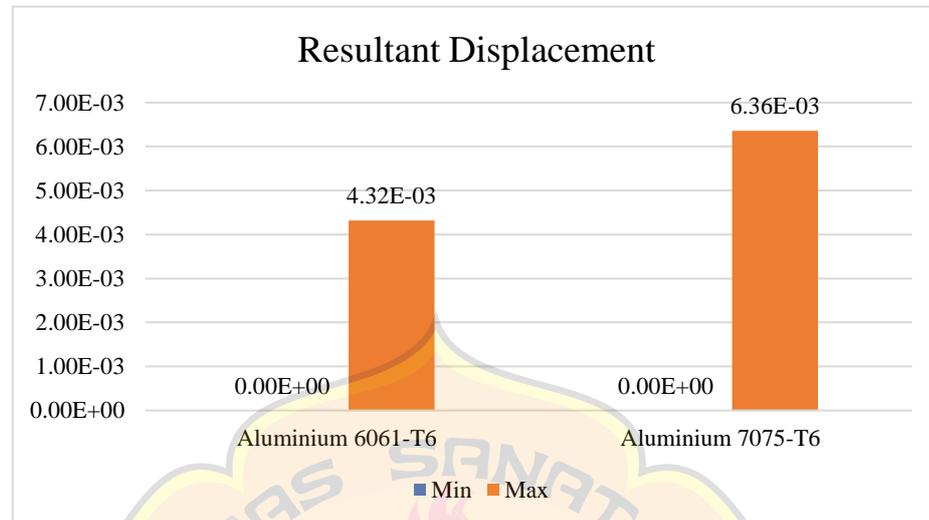


**Gambar 4.18.** Perbandingan *von Mises stress*

### 4.6.2 Perbandingan *resultant displacement*

Pada Gambar 4.19 menunjukkan perbandingan *resultant displacement*. Material aluminium 7075-T6 menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan

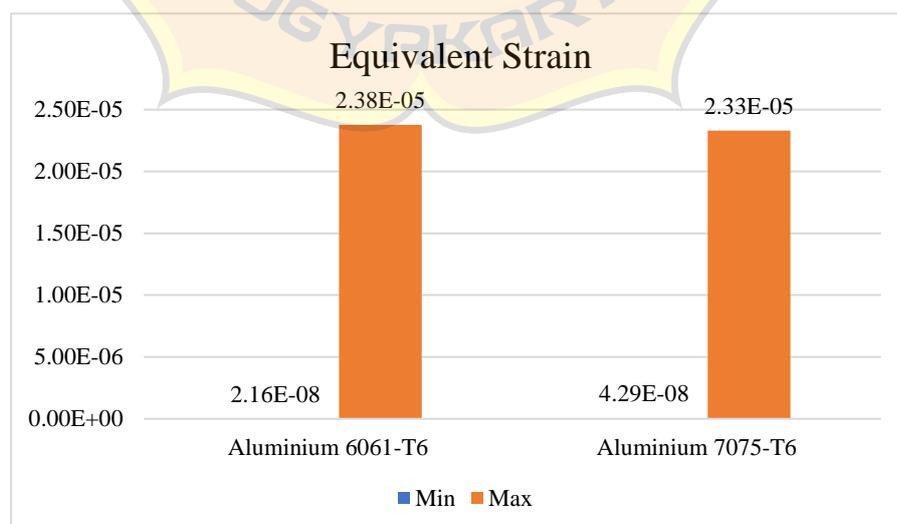
6061-T6 dalam kondisi pembebanan yang sama. 6061-T6 memiliki resistensi yang lebih baik terhadap deformasi dibandingkan 7075-T6 dalam konteks ini.



**Gambar 4.19.** Perbandingan resultant displacement

#### 4.6.3 Perbandingan *equivalent strain*

pada Gambar 4.20 menunjukkan perbandingan *equivalent strain*. Material aluminium 6061-T6 memiliki nilai maksimum *strain* yang sedikit lebih tinggi, menunjukkan bahwa dalam kondisi beban maksimum, material ini mengalami deformasi relatif yang sedikit lebih besar.



**Gambar 4.20.** Perbandingan *equivalent strain*

## BAB V

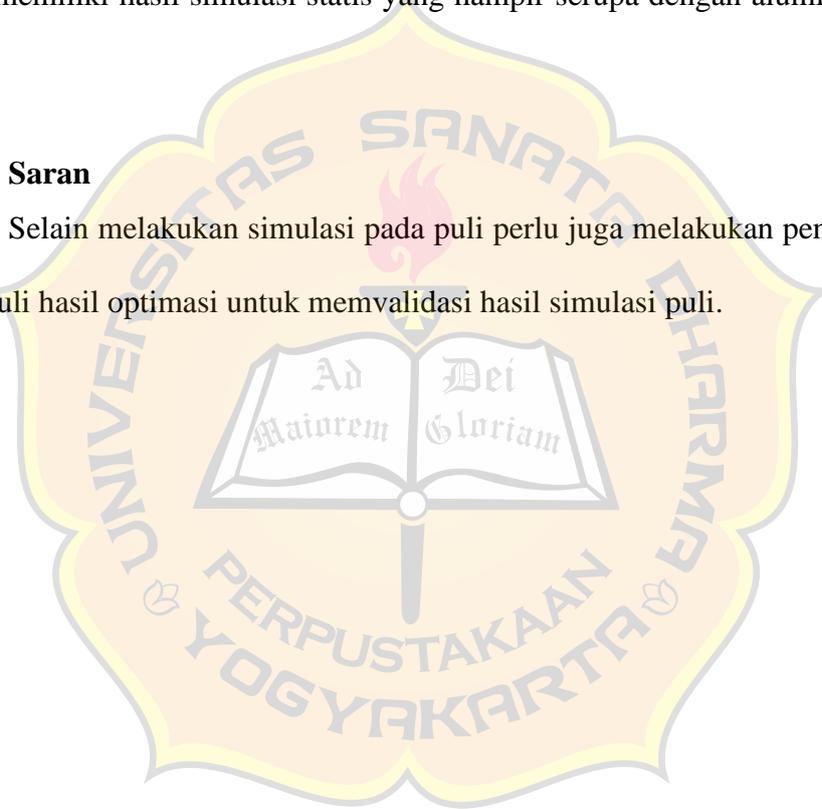
### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu, dipilih rancangan puli menggunakan material aluminium 7075-T6 dengan berat 4487,00 gram. Serta pada material aluminium 7075-T6 memiliki daerah lubang jari-jari yang lebih luas tetapi memiliki hasil simulasi statis yang hampir serupa dengan aluminium 6061-T6.

#### 5.2 Saran

Selain melakukan simulasi pada puli perlu juga melakukan pengujian fisik pada puli hasil optimasi untuk memvalidasi hasil simulasi puli.



### DAFTAR PUSTAKA

- Alfatih Hendrawan, M., Ilmu Purboputro, P., Aji Saputro, M., & Setiyadi, W. (2016). *Perancanganchassis Mobil Listrik Prototype “Ababil” dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016*.
- Amrit Kumar. (2022). *Apa itu Katrol? Berbagai Jenis Katrol*.
- Ardjuna, B., Setiyana, B., & Haryanto, I. (2024). OPTIMASI DESAIN SWINGARM TIPE MONOSHOCK DUA LENGAN DENGAN SOFTWARE SOLIDWORKS. In *Jurnal Teknik Mesin S-1* (Vol. 12, Issue 2).
- Ferisa Danesvaran. (2022, July 21). *Fungsi Gardan Mobil, Cara Kerjanya, dan Komponennya*.
- Hadi Suryo, S., & Yuniarto, B. (2020). *Optimasi Desain Topologi Struktur Arm Excavator Cat 374d L Menggunakan Metode Elemen Hingga* (Vol. 22, Issue 2).
- Kisnawati, R. D., & Kimia, S. J. (2016). *Pemisahan Alumina pada Residu Bauksit (Red Mud) yang Berasal dari Riau dengan Metode Sintering Sodalime* (Vol. 5, Issue 2).
- Mott, R. L., Vavrek, E. M., & Wang, J. (2018). *Machine elements in mechanical design*.
- Prasetyo Putra Wibowo dan Agus Sigit Pramono. (2017). 27202-61011-1-PB. *Pemodelan Dan Analisis Berdasarkan Studi Eksperimental Pengaruh Modifikasi Profil Gigi Terhadap Karakteristik Dinamis Pada Involute Spur Gear*.
- PRIYANI BUDIYARTI, Prof. M. N. I. S. T. , M. Sc. , Ph. D. (2018). *KARAKTERISASI KOROSI DAN FATIK KOROSI ALUMINIUM PADUAN 7075-T6 PADA LINGKUNGAN 3,5% NaCl DENGAN INHIBITOR Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>*.
- Sabar, M. (2019). ANALISA PERANCANGAN TRANSMISI SPROCKET AND CHAIN PADA KENDARAAN PROTOTYPE BENSIN KONTES MOBIL HEMAT ENERGI (KMHE) MENRISTEKDIKTI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 3(1).
- Saputro, I. E., Pembimbing, D., & Wikarta, A. (2018). *OPTIMASI TOPOLOGI PADA GEOMETRI FRAME “IMPULSE RC ALIEN 4 INCH” RACING QUADCOPTER DENGAN MATERIAL POLYLACTIC ACID HASIL 3D PRINTING*.
- Tsamroh, I., & Riza Fauzy, M. (2022). *PENINGKATAN SIFAT MEKANIK AL6061 MELALUI HEAT TREATMENT NATURAL-ARTIFICIAL AGING*. 06(1).

Yoyok Damay. (2020). *11 komponen utama differential/gardan mobil beserta fungsi dan gambarnya.*

