

PERANCANGAN RIG UJI KEAUSAN DAN KELELAHAN RODA GIGI DENGAN SENSOR PUTARAN DAN BEBAN

SKRIPSI

OLEH:

**NAEL ARIES MARCELINO PURBA S
198130115**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/4/24


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/4/24

HALAMAN JUDUL

PERANCANGAN RIG UJI KEAUSAN DAN KELELAHAN RODA GIGI DENGAN SENSOR PUTARAN DAN BEBAN

SKRIPSI



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

NAEL ARIES MARCELINO PURBA S
198130115

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/4/24

Access From (repository.uma.ac.id)16/4/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Perancangan Rig Uji Keausan Dan Kelelahan Roda Gigi Dengan Sensor Putaran Dan Beban
Nama Mahasiswa : Nael Aries Marcelino Purba S
NIM : 198130115
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



(Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar, ST, M.Eng)
Dosen Pembimbing



Tanggal Lulus:

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 Maret 2024



10000
MERAH
TEMPEL
R4D32ARX849842981

Nael Aries Marcelino Purba S

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

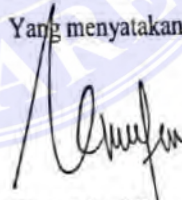
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Nael Aries Marcelino Purba S
NPM : 198130115
Program Studi : Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Perancangan rig uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 28 Maret 2024

Yang menyatakan



Nael Aries Marcelino Purba S

ABSTRAK

Roda gigi merupakan bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya, mengubah kecepatan putar poros, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya dari satu komponen mesin ke komponen lainnya. Penjelasan cara mengidentifikasi keausan dan kelelahan roda gigi dengan sistem alat sensor putaran dan beban. Perancangan alat uji rig yang menggunakan isometri perangkat lunak menggunakan solidwork 3D memiliki antar muka yang ramah pengguna dan dapat digunakan untuk desain, atau untuk membuat suku cadang mesin.

Software ini sangat cocok untuk mahasiswa teknik yang mencari software hebat untuk membuat gambar mekanik. Dari hasil yang telah dibuat dengan penjelasan alat komponen uji beserta konsep rancangan, langkah akhir skripsi ini dengan membuat gambar teknik alat uji sebenarnya.

Dari hasil rancangan mesin rig uji yang dilakukan maka didapatkan hasil pembuatan rig uji dengan dimensi 1200 mm x 900 mm x 70 mm dengan kapasitas sekali pengujian 2 roda gigi. Rig uji ini dapat digunakan untuk menguji semua jenis roda gigi. Rig uji ini memiliki kapasitas pengujian dua pasang roda gigi dalam sekali pengujian. Alat ini mampu memberikan variasi putaran maksimal 1430 rpm dan variasi beban maksimal 0,8 N ketika proses pengujian dilakukan.

Kata Kunci : Roda Gigi, keausan, kelelahan

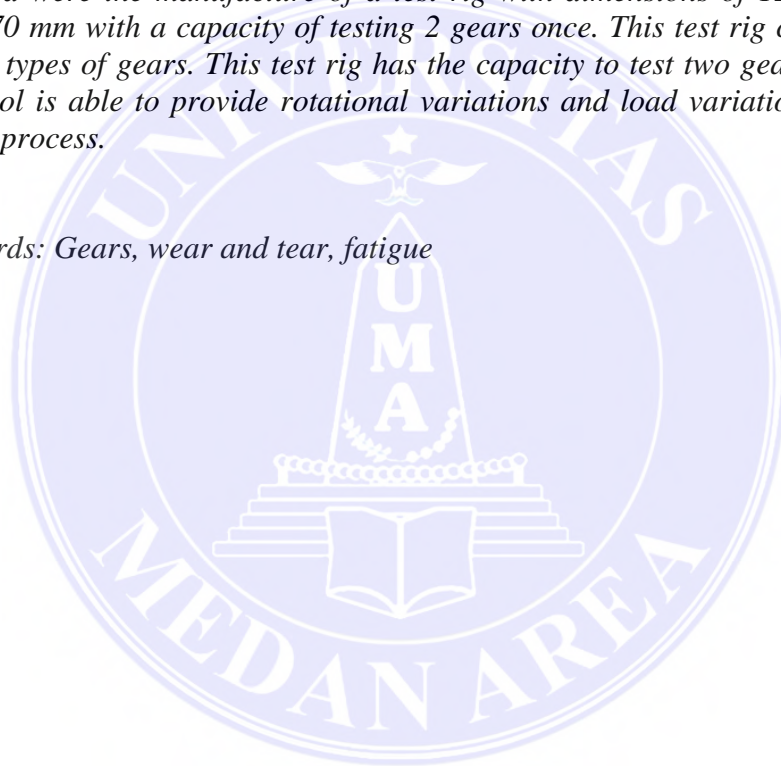
ABSTRACT

Gears are part of a rotating machine that is useful for transmitting power, changing shaft rotational speed, torque, and the direction of power to the power source from one engine component to another. Explanation of how to identify gear wear and fatigue with the rotation and load sensor system. The design of a test rig using isometric software using solidwork 3D has a user-friendly interface and can be used for design, or for making machine parts.

This software is perfect for engineering students looking for great software to create mechanical drawings. From the results that have been made with the explanation of the component test equipment along with the design concept, the final step of this thesis is to make a technical drawing of the actual test equipment.

From the test rig machine design that was carried out, the results obtained were the manufacture of a test rig with dimensions of 1200 mm x 900 mm x 70 mm with a capacity of testing 2 gears once. This test rig can be used to test all types of gears. This test rig has the capacity to test two gears in one test. This tool is able to provide rotational variations and load variations during the testing process.

Keywords: Gears, wear and tear, fatigue

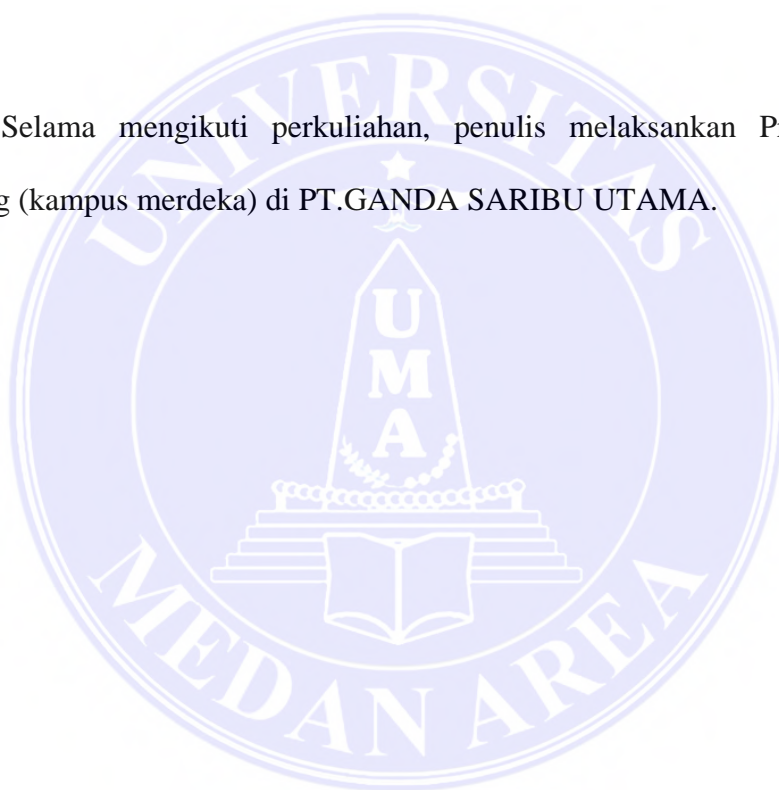


RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di BUAH BOLON ,25 Maret 2001 dari Bapak Bimo walsen purba dan Ibu Monica Damanik. Penulis Merupakan putra pertama dari tiga bersaudara.

Tahun 2019 penulis lulus dari SMK Swasta HKBP P. Siantar dan Pada Tahun 2019 Terdaftar Sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis melaksanakan Program Kerja Magang (kampus merdeka) di PT.GANDA SARIBU UTAMA.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang memberikan kesehatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan tema ialah uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan mengangkat judul Perancangan Rig Uji Keausan dan Kelelahan Roda Gigi Dengan Sensor Putaran dan Beban. Penelitian ini merupakan Tugas Akhir guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Universitas Medan Area.

Dalam penulisan dan penelitian skripsi ini banyak kendala yang penulis alami, namun berkat bantuan moril dan material dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M. Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Bapak Dr. Iswandi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Bapak Dr. Eng., Rakhmad Arief Siregar, S.T., M.Eng., selaku Dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberi saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Dan kepada seluruh dosen pengajar dan pegawai Prodi Teknik Mesin Universitas Medan Area. Terimakasih juga kepada orang tua yang saya banggakan Bimo Walsen Purba dan Monica Damanik yang senantiasa memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam keadaan duka maupun suka yang mereka alami agar mencapai kesuksesan si penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Hingga jerih payah mereka lakukan supaya penulis bisa

viii

viii

menyelesaikan proses perkuliahan ini. Tanpa campur tangan mereka, penulis tidak dapat menyelesaikan skripsi ini. Dan juga beserta keluarga dan keluarga kerabat dekat yang memberikan dukungan dan doa untuk saya dalam penulisan skripsi saya ini. Dan kepada teman kerabat dekat saya yang senantiasa memberikan dukungan untuk saya dalam penulisan skripsi saya ini.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis

Nael Aries Marcelino Purba S

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perancangan.....	5
2.2 Mesin Uji Roda Gigi.....	27
2.3 Sensor.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	32
3.2 Peralatan dan Bahan.....	33
3.3 Metode Penelitian	37
3.4 Populasi dan Sampel.....	41
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil.....	44
4.2 Pembahasan	52
4.3 Menganalisis Perancangan Bentuk (Embodiment design)	56
4.4 Membuat Gambar Teknik.....	61
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Simpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Metode Matrik Keputusan	15
Tabel 2.2. Matrik Keputusan Pemberat	16
Tabel 2.3. <i>Analytic Hierarchy Process</i>	17
Tabel 3.1. Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	33
Tabel 4.1. Penyebaran Kuisisioner	42
Tabel 4.2. Rekap Jawaban Responden	43
Tabel 4.3. Karakteristik teknik (<i>House Of Quality</i>)	52
Tabel 4.4. Tabel Morfologi	54
Tabel 4.5. Matrik Keputusan (<i>Pugh Chart 1</i>)	57
Tabel 4.6. Matrik Keputusan (<i>Pugh Chart 2</i>)	58

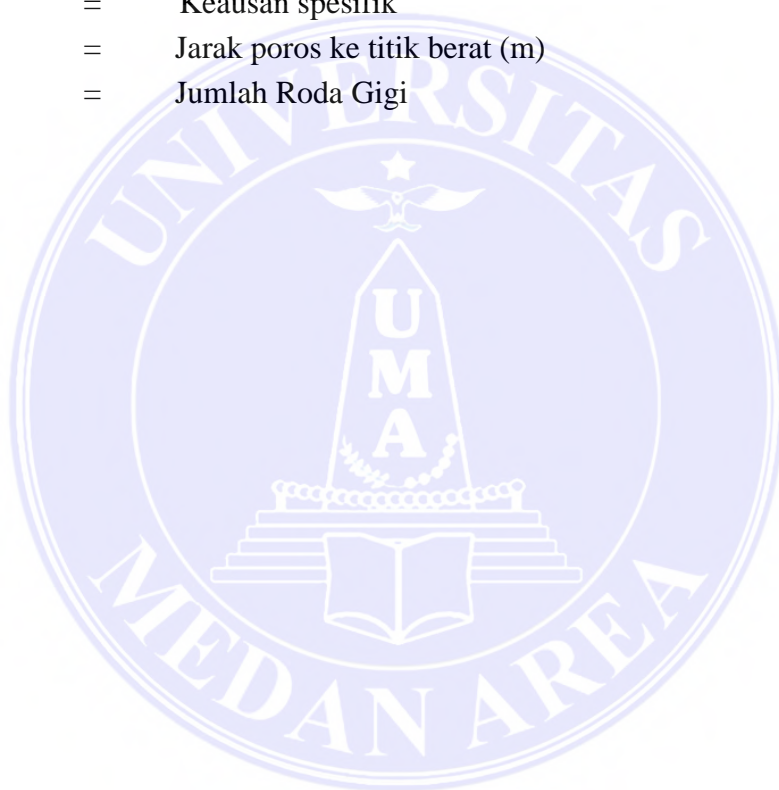


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>European Patent Specification</i>	9
Gambar 2.2. Alat Uji <i>Gear</i> (Mihailidis & Nerantzis, 2010)	10
Gambar 2.3. <i>Gear test rig on patent</i> (Richmond, 1943)	11
Gambar 2.4. Rumah Bagian Roda Gigi	12
Gambar 2.5. Analisis perwujudan dari sebuah alat uji roda gigi	18
Gambar 2.6. Sambungan Baut (Nur, 2018)	19
Gambar 2.7. Sambungan <i>Pulley</i> dan <i>Belt</i>	20
Gambar 2.8. Sambungan Poros	20
Gambar 2.9. Sambungan <i>Soldering</i>	21
Gambar 2.10. Sambungan Pengelasan	21
Gambar 2.11. Tata Nama Roda Gigi (Y.Martin & A.Suwandi, 2020)	24
Gambar 2.12. Posisi keadaan roda gigi aus (Andrianto et al., 2014)	25
Gambar 2.13. Posisi roda gigi dalam keadaan lelah (Metode & Hingga, 2017)	26
Gambar 2.14. Detail desain gear test rig	27
Gambar 2.15. Mesin Uji Roda Gigi	28
Gambar 3.1. Kertas Gambar A4	34
Gambar 3.2. Kertas HVS	35
Gambar 3.3. <i>Solid works</i>	35
Gambar 3.4. Pensil	36
Gambar 3.5. Mistar atau Penggaris	36
Gambar 3.6. Penghapus	37
Gambar 3.7. Pulpen atau Pena	37
Gambar 3.8. Jangka	38
Gambar 3.9. Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1. Grafik jawaban responden pemilihan penggerak 1, 2, dan 3	44
Gambar 4.2. Grafik jawaban responden untuk pengoperasian	45
Gambar 4.3. Grafik jawaban responden untuk banyaknya poros	46
Gambar 4.4. Grafik jawaban responden untuk komponen pendukung	47
Gambar 4.5. Grafik jawaban responden posisi alat kerja	48
Gambar 4.6. Grafik jawaban responden jenis tempahan	49
Gambar 4.7. Grafik jawaban responden range harga	50
Gambar 4.8. Grafik jawaban responden untuk pertanyaan <i>service</i>	51
Gambar 4.9. Perancangan konsep 1	55
Gambar 4.10. Konsep perancangan 2	55
Gambar 4.11. Konsep perancangan 3	56
Gambar 4.12. Hasil Rancangan Mesin Rig Uji	62
Gambar 4.13. Pandangan Atas Mesin Rig Uji	62
Gambar 4.14. Pandangan Samping Mesin Rig Uji	62
Gambar 4.15. Pandangan Depan Mesin Rig Uji	63

DAFTAR NOTASI

D	=	Diameter baut
D_p	=	Diameter Pitch
D_s	=	Diameter poros (m)
F_{gs}	=	Luas Bidang Geser
F_t	=	Tegangan-Tarik Mks
M	=	Modul
H	=	Panjang Besi Unp (m)
mt	=	Massa total (N)
T	=	Momen (N.m)
t_l	=	Tebal (m)
W	=	Keausan spesifik
Y	=	Jarak poros ke titik berat (m)
Z	=	Jumlah Roda Gigi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan zaman teknologi sudah berkembang pesat dengan adanya kecanggihan zaman. Bahkan sudah berbeda jauh dengan teknologi zaman sebelumnya. Untuk itu manusia mengembangkan kemampuannya untuk menciptakan hal-hal canggih di era zaman sekarang. Seperti dari kecanggihan teknologi sekarang ini alat-alat yang dapat memenuhi kriteria seperti kuat, ringan, murah dan ramah lingkungan. Namun, penggunaan alat tersebut dalam beberapa hal membuktikan bahwa elemen dapat lebih efektif penggunaannya.

Roda gigi merupakan bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya, mengubah kecepatan putar poros, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya dari satu komponen mesin ke komponen lainnya. Roda gigi merupakan komponen yang paling banyak digunakan dari jenis penggerak mekanis lainnya dikarenakan memiliki beberapa kelebihan, yaitu; tidak ada slip, efisiensi tinggi, mampu untuk menahan beban lebih, perawatannya relatif mudah, susunannya kompak, umur dan reliabilitasnya tinggi.

Keausan bisa terjadi ketika dua buah benda yang saling menekan dan saling bergesekan. Keausan yang lebih besar terjadi pada material material yang lebih lunak. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keausan itu sendiri kecepatan, tekanan, kekasaran permukaan dan kekerasan material. Semakin besar kecepatan relative benda yang bergesekan, maka keausan yang terjadi semakin tinggi. Keausan diartikan sebagai lepasnya atom dari permukaan material dan

pengurangan ukuran sebagai akibat dari aksi mekanik yang terjadi pada dua buah benda. Keausan merupakan keadaan dimana terkikisnya bagian permukaan roda gigi akibat bergesekan secara terus-menerus dengan pasangannya dalam jangka waktu yang lama.

Kelelahan roda gigi bisa diartikan lelahnya elemen roda gigi saat bekerja. Kelelahan roda gigi timbul saat kecepatan motor kinerja beban diatas rata rata kerja. Kebanyakan suatu kendaraan saat menggunakan kendaraan nya daya beban tak sesuai dengan kecepatan mesin. Hal tersebut yang dapat dihindari pengendara, agar kelelahan motor tidak terjadi ketika belum saatnya roda gigi tersebut lelah. Saat ini kecenderungan industri roda gigi adalah fokus pada peningkatan efisiensi roda gigi transmisi. Efisiensi roda gigi transmisi menurun dikarenakan kontak load dan unload, seals, pelumas, dan bantalan. Salah satu cara untuk meminimalkan kerugian tersebut adalah dengan menurunkan viskositas pelumas. Cara ini akan menurunkan kecepatan kerugian. Tetapi kerugian karena beban akan meningkat. Untuk menghindari ini, rasio antara ketebalan lapisan pelumas dan kekasaran permukaan harus dijaga, dimana dapat dipenuhi dengan membuat permukaan roda gigi lebih halus. Penelitian ini hanya difokuskan pada perancangan alat uji rig dengan menggunakan sensor putaran dan beban. Rig uji keausan dan kelelahan roda gigi, sampai saat ini belum ada di universitas medan area, sehingga mahasiswa ingin melakukan perancangan alat tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk lebih lanjut mengetahui keausan dan kelelahan roda gigi menggunakan alat uji sehingga mengangkat judul “Perancangan Rig Uji Keausan Dan Kelelahan Roda Gigi Dengan Sensor Putaran Dan Beban”.

1.2 Perumusan Masalah

Rig adalah alat uji yang digunakan menganalisis keausan dan kelelahan roda gigi menggunakan sensor putaran dan beban. Penelitian alat ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menghitung dan mengkonstruksi seberapa besar kerusakan yang dialami elemen benda yang akan di uji. Dengan perancangan alat ini, mampu menganalisa masalah keausan dan kelelahan roda gigi seperti faktor.

- a) Bagaimana merancang alat uji rig roda gigi menggunakan sensor putaran dan beban.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

- a) Membuat instrumen survey pelanggan tentang Rig uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban.
- b) Membuat dan memilih konsep rancangan alat uji Rig keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban.
- c) Menganalisis embodiment pada rancangan Rig uji keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban.
- d) Membuat gambar teknik alat uji Rig keausan dan kelelahan roda gigi dengan sensor putaran dan beban.

1.4 Hipotesis Penelitian

Tahap pengujian dalam penelitian ini memiliki roda gigi benda uji sebanyak 3 jenis. Tetapi untuk penelitian saat ini digunakan dua jenis saja diantaranya roda gigi lurus dan roda gigi miring.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dengan mengetahui kinerja roda gigi yang bergerak lamam, roda gigi tersebut masih perlu pakai atau tidak. Dengan rancangan alat uji roda gigi dapat diketahui keelelahan dan keausan dari suatu kinerja roda gigi saat berputar/bergerak.
2. Peneliti tertarik untuk mengetahui seberapa dalam keausan roda gigi gejala faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi thermal. Kemudian seberapa penting alat ini digunakan dalam kehidupan sehari hari terutama didalam ilmu mekanik (*engineering*).
3. Dari acuan performa, seberapa kuat ketahanan roda gigi ketika bergerak. Dan apabila terjadi kegagalan/kerusakan, alat uji akan menerobos kegagalan fatal tersebut dengan spesifik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

Merancang atau desain adalah suatu usaha yang mengumpulkan, memperoleh dan menciptakan hal-hal baru yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dalam hal ini adalah tentang merancang sesuatu yang benar-benar baru atau mengembangkan produk yang sudah ada untuk meningkatkan kinerja produk. Produsen menggunakan konsep ini secara luas untuk menghasilkan berbagai varian produk yang diterima sebagai produk baru di mata konsumen. Desain adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, mengevaluasi, memperbaiki, dan menyusun sistem yang optimal untuk masa depan, baik fisik maupun non fisik, dengan menggunakan pengetahuan yang ada. Definisi lain dari desain menurut bin Ladjamuddin. “Merancang adalah tahap perancangan (*design*). Tujuannya adalah merancang sistem baru yang dapat memecahkan masalah perusahaan, yang dicapai dengan memilih alternatif sistem yang terbaik (Joseph E Shigley, 2018).

2.1.1 Identifikasi Masalah

Peristiwa yang menyebabkan kelelahan dan keausan roda gigi menyebabkan pelumas dengan viskositas tinggi dan perawatan yang buruk. Oleh karena itu, tester ini penting untuk penyelidikan kerusakan. Untuk konstruksi, perhitungan dan pembuatan alat uji, perlu diketahui tujuannya untuk menentukan cara kerja alat uji dan kondisi yang harus dipenuhi oleh elemen-elemen ini. Agar dapat bereaksi terhadap fungsi dan merumuskan persyaratan, perlu mengevaluasi

struktur perangkat uji ini dan membiasakan diri dengan penggunaannya. Langkah identifikasi masalah pada langkah ini merupakan langkah untuk menemukan masalah utama dan mencari tahu bagaimana solusi terbaik yang dapat mengatasi masalah tersebut.

2.1.2 Pencarian Informasi

Saat mempelajari sains, kami berusaha mengembangkan teori yang dapat menjelaskan fenomena alam. Teori ilmiah terdiri dari pernyataan yang mendefinisikan sistem ideal atau teoretis. Prinsip-prinsip ini, yang harus dibuktikan dalam ilmu alam, juga digunakan dalam teknologi. Bidang teknik seperti termodinamika, mekanika, dan ilmu material umumnya didasarkan pada prinsip-prinsip ilmiah yang ada, termasuk hukum pertama dan kedua termodinamika, hukum Newton, dan teori atom dan molekul. Informasi tentang perangkat pengujian alat uji rig diperoleh dari halaman berikut:

1. Internet

Dasar pencarian internet banyak diketahui tentang alat uji tersebut. Gudang ilmu alat uji tempat nya ada di internet, sebab kecanggihan teknologi jaman. Dasar dari pencarian tentang alat uji rig kebanyakan dicari melalui internet.

2. Paten

Paten adalah monopoli terbatas. Merupakan tanggung jawab pemohon untuk membuat penemuan mereka tersedia untuk umum sehingga dapat digunakan sebagai sumber informasi dan ide. Penelusuran berbagai sumber paten juga menemukan banyak spesifikasi penting alat uji instrumen tersebut. Karena paten adalah dokumen hukum, maka diatur dan ditulis sangat berbeda dari

dokumen teknis pada umumnya. Paten harus independen dan mengandung informasi yang cukup untuk memungkinkan masyarakat mempraktekkan invensi setelah paten berakhir.


Oleh karena itu, setiap paten mewakili deskripsi lengkap masalah, solusi masalah, dan aplikasi praktis dari penemuan tersebut. Menampilkan halaman pertama paten untuk kotak *compact disc* untuk melindungi CD. Halaman ini berisi informasi bibliografi, informasi tentang proses review, ringkasan dan gambaran umum dari hasil. Di atas Anda akan menemukan jenis paten, nomor paten, tanggal pemberian, nomor aplikasi dan tanggal pengajuan. Di bawah garis kiri adalah nama negara peserta, prioritas, dan di bawah garis kanan adalah pemohon, penemu, agen dan aktivis. Referensi adalah paten yang dikutip peneliti sebagai contoh seni paling awal pada saat penemuan. Sisa halaman diisi dengan ringkasan terperinci dan gambar kunci dari penemuan ini. Halaman gambar tambahan berikut masing-masing diblokir untuk deskripsi penemuan. Tubuh paten dimulai dengan bagian Latar Belakang Invensi.

Ringkasan penemuan dan deskripsi singkat gambar mengikuti. Sebagian besar paten disertakan dalam deskripsi *Choice Incorporation*. Ini terdiri dari deskripsi dan penjelasan rinci tentang penemuan, seringkali dalam istilah dan ekspresi hukum yang terdengar aneh bagi seorang insinyur. Contoh-contoh yang diberikan menunjukkan selengkap mungkin bagaimana penemuan itu dipraktekkan, bagaimana produk itu digunakan dan bagaimana penemuan itu lebih baik dari penemuan-penemuan sebelumnya. Tidak semua contoh mewakili eksperimen aktual yang sedang berlangsung, tetapi mereka menunjukkan kepada penemu cara terbaik untuk melakukannya. Bagian terakhir dari paten terdiri dari


klaim atas penemuan. Ini adalah deskripsi hukum tentang hak penemuan dan paten terkait. Klaim terluas biasanya dicantumkan pertama, dengan klaim yang lebih spesifik di bagian bawah daftar. Strategi penulisan paten adalah mendapatkan klaim seluas mungkin. Gugatan yang paling luas seringkali ditolak lebih dulu, sehingga perlu dirumuskan gugatan yang semakin sempit agar tidak semua gugatan ditolak.

Ada perbedaan yang sangat penting antara paten dan dokumen teknis. Saat menulis paten, penemu dan pengacaranya dengan sengaja memperluas ruang lingkup untuk memasukkan materi, kondisi, atau proses apa pun yang mungkin dilakukan serta kondisi aktual yang diuji dan diamati. Tujuannya adalah untuk mengembangkan argumen seluas mungkin. Ini adalah praktik legal yang sempurna, tetapi ada risiko bahwa beberapa metode penerapan invensi yang dijelaskan dalam perwujudan tidak akan berhasil. Dalam hal ini, paten dapat dinyatakan tidak sah. Perbedaan besar lainnya antara paten dan artikel teknis adalah bahwa paten cenderung menghindari diskusi mendetail tentang teori atau cara kerja invensi. Subjek dihindari untuk meminimalkan batasan klaim yang dapat dihasilkan dari pernyataan bahwa invensi tersebut jelas dari pemahaman teoretis.

Paten ini sangat penting bagi penulis untuk mengumpulkan informasi tentang perancangan alat uji rig yang dimana penulis dapat melihat secara rinci bagian-bagian alat uji rig, Berikut gambar 2.1 *European Patent Specification*, Gambar 2.2 *Alat uji Gear*, Gambar 2.3 *Gear test rig on patent*, Gambar 2.4 Gambar rumah bagian roda gigi paten.



(19)



(11) **EP 2 574 778 B1**

(12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent:
09.09.2015 Bulletin 2015/37

(21) Application number: **11183289.5**

(22) Date of filing: **29.09.2011**

(51) Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01) G01M 13/02 (2006.01)

(54) **A test rig and a method for testing gearboxes and electromechanical energy converters**
 Prüfstand und Verfahren zum Prüfen von Getrieben und elektromechanischen Energiewandlern
 Banc d'essai et procédé de test de boîtes de vitesses et convertisseurs d'énergie électro-mécaniques

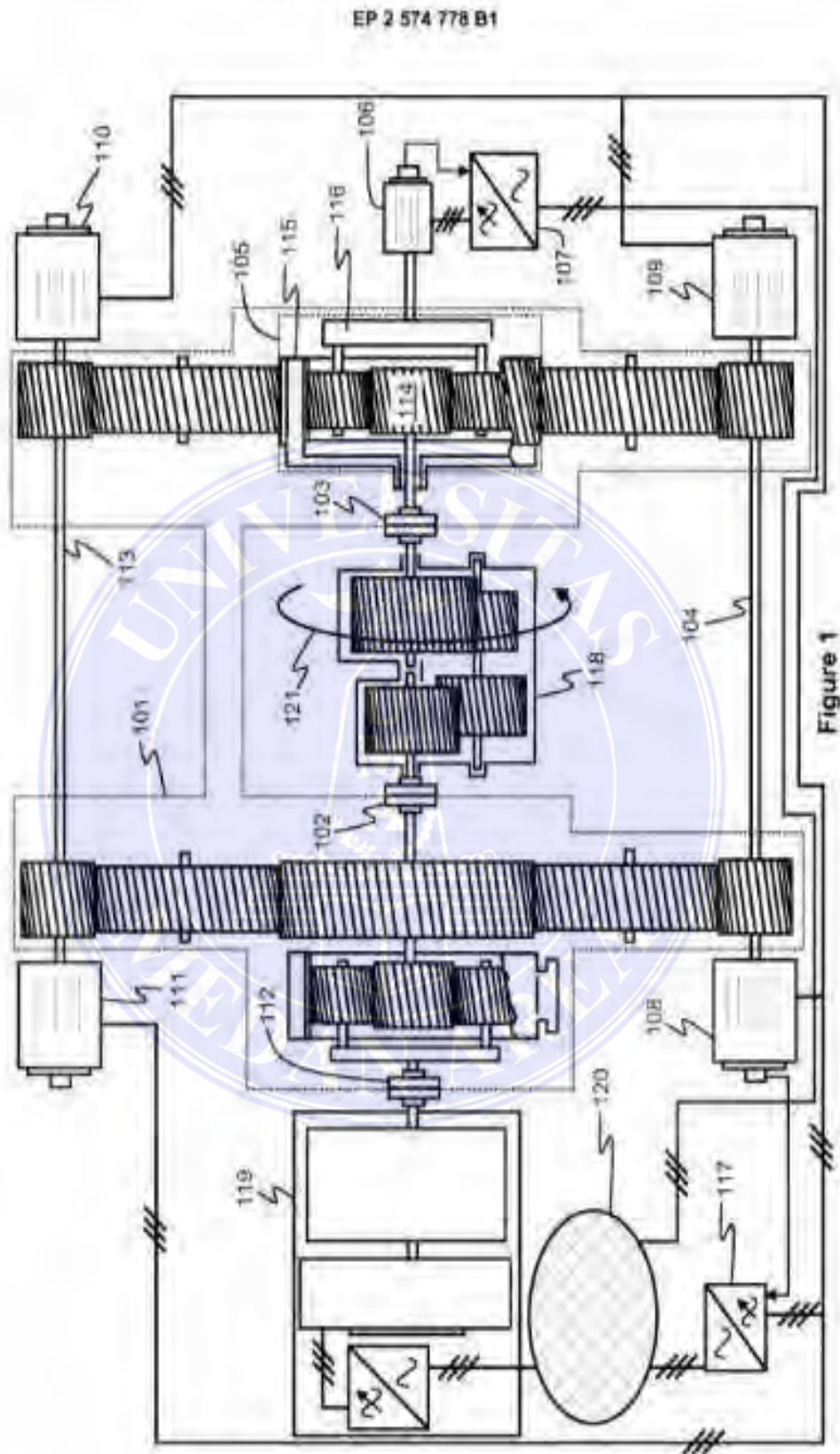
<p>(64) Designated Contracting States: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR</p> <p>(43) Date of publication of application: 03.04.2013 - Bulletin 2013/14</p> <p>(73) Proprietor: Moventas Gears Oy 40101 Jyväskylä (FI)</p> <p>(72) Inventors: <ul style="list-style-type: none"> • Toikkanen, Jari 40950 Muurame (FI) • Rummakko, Markku 40520 Jyväskylä (FI) </p> <p>(74) Representative: Berggren Oy Ab P.O. Box 16 Antinkatu 3 C 00101 Helsinki (FI)</p>	<p>(56) References cited: US-A1- 2009 107 255 US-A1- 2009 173 148 US-A1- 2011 041 624</p> <ul style="list-style-type: none"> • Walt Mustaj ET AL: "Wind Turbine Testing in the NREL Dynamometer Test Bed", 4 May 2000 (2000-05-04), pages 1-10, XP55018820, Palm Springs, California Retrieved from the Internet: URL: http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28411.pdf [retrieved on 2012-02-08] • Hsu Wen-Ko: "Measurements on a Wind Turbine Condition Monitoring Test Rig", 1 September 2010 (2010-09-01), pages 1-18, XP55018822, Retrieved from the Internet: URL: http://www.aesieap0910.org/upload/File/PDF/4-Technical%20Sessions/TS13/TS1301/TS1301_FP.pdf [retrieved on 2012-02-08] • Athanasios Mihailidis ET AL: "A New System for Testing Gears Under Variable Torque and Speed", 1 November 2009 (2009-11-01), pages 179-192, XP55018826, DOI: 10.2174/1874477X10902030179 Retrieved from the Internet: URL: http://www.benthamscience.com/meng/sam/ples/meng2-3.tar/0002MENG.pdf [retrieved on 2012-02-08]
---	--

EP 2 574 778 B1

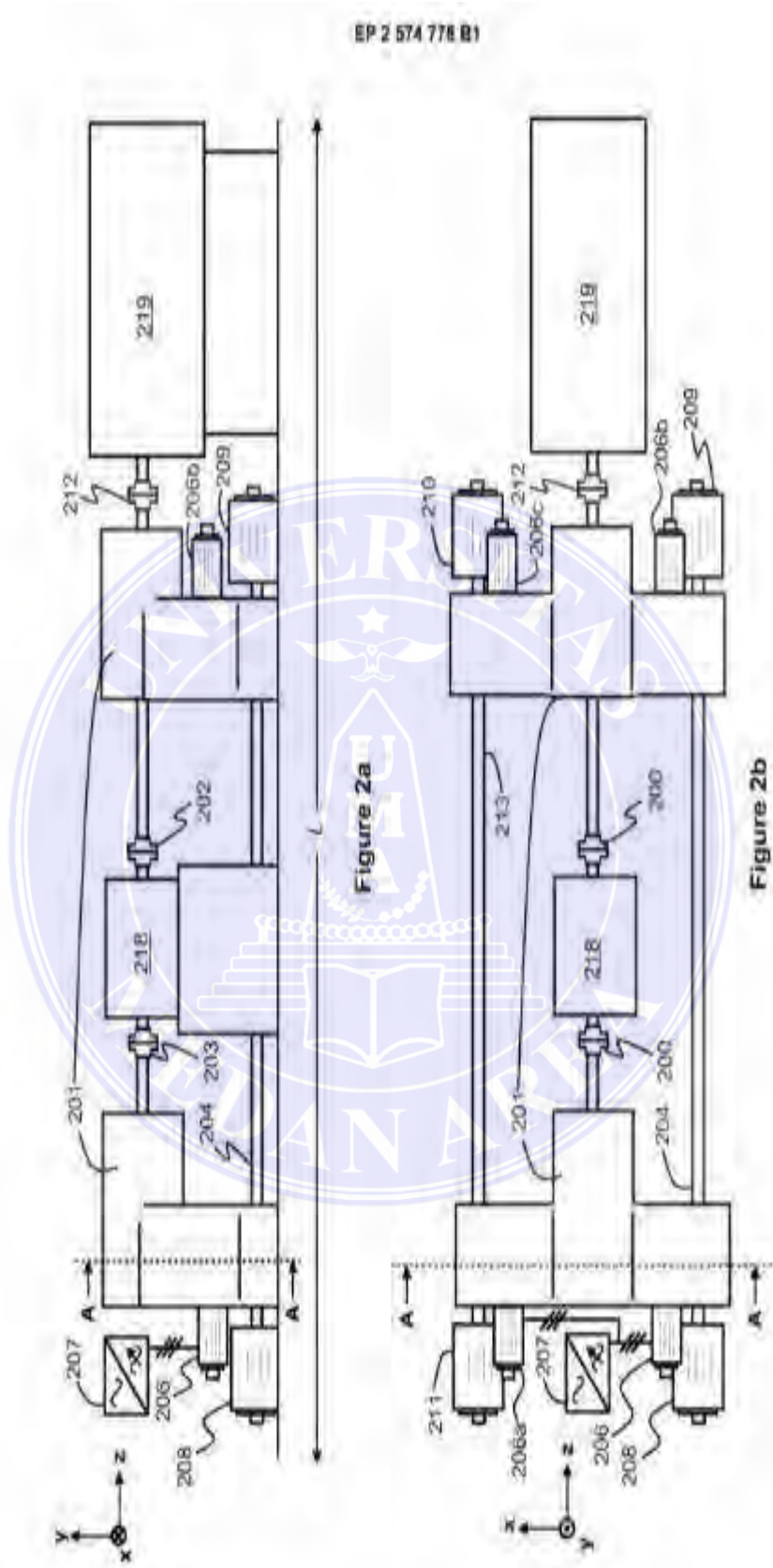
Note: Within nine months of the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European Patent Convention).

Printed by Jussis, 10001 PARIS (FR)

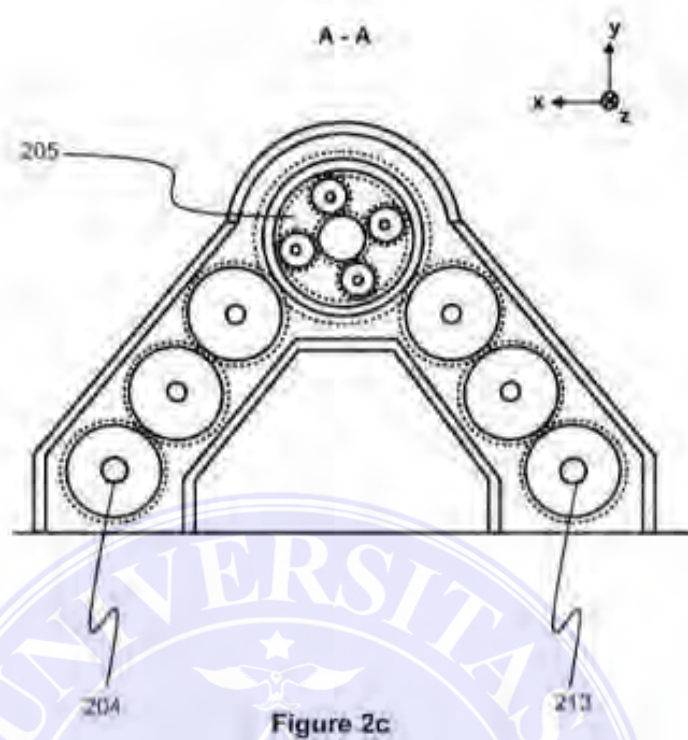
Gambar 2.1. *European Patent Specification*



Gambar 2.2. Alat Uji *Gear* (Mihailidis & Nerantzis, 2010)



Gambar 2.3. Gear test rig on patent (Richmond, 1943)



Gambar 2.4. Rumah Bagian Roda Gigi

3. Jurnal

Jurnal merupakan hasil karya ilmiah yang gagasannya dan esainya terangkum dalam jurnal tersebut. Penulis biasanya menggunakan karyanya untuk tesis dan makalah akademik lainnya. Saat mencari arti alat uji rig, jurnal digunakan untuk mencari majalah sains terbaik.

4. Buku

Dalam ilmu pengetahuan, buku sering digunakan untuk menemukan banyak simpanan informasi yang bisa didapatkan dari buku. Karakter utama mengakhiri esai mereka dengan menulis di buku yang ditulis oleh karakter utama. Penemu dan duta dunia seperti Albert Einstein menulis banyak esai mereka dalam buku. Seperti ilmu fisika dan kata-kata ekspresinya yang terampil (Baumeyer et al., 2016).

2.1.3 Pembuatan Konsep

Tahapan-tahapan dari konsep alat uji terdiri dari:

1. Matrik morfologi

Matriks morfologi memberikan solusi untuk subfungsi dan subsubfungsi yang diperoleh. Berdasarkan pilihan yang ada, dapat dibentuk beberapa konsep alat uji dari matriks morfologi, sehingga dapat dirancang alat uji sehingga dapat dikembangkan beberapa alternatif konsep alat uji.

2. Pengembangan konsep alat uji

Konsep perangkat uji yang dipilih dikembangkan dan diimplementasikan dalam bentuk sketsa dan memberikan gambaran yang jelas tentang konsep tersebut. Konsep alat uji dibuat dalam bentuk sketsa sehingga dapat dianalisis lebih detail sesuai dengan ukuran, dimensi dan fungsi alat uji.

3. Matrik keputusan (*pugh chart*)

Matriks keputusan digunakan untuk memilih konsep terbaik, yang dirancang pada langkah selanjutnya. Setiap konsep alat uji alternatif diberikan skor/poin berdasarkan kriterianya. Kriteria ditentukan sebelumnya dengan memberi bobot terhadap kriteria yang direkomendasikan.

4. Konsep alat uji terpilih (*decision matrik*)

Konsep alat uji yang dipilih adalah konsep alat tes dengan skor total atau skor total tertinggi berdasarkan matriks keputusan. Konsep yang dipilih kemudian dikembangkan dalam tahap desain detail tester.

Beberapa alternatif konsep alat uji diturunkan dari langkah-langkah yang digunakan di atas. Semakin banyak alternatif konsep alat uji yang dibuat, maka akan diperoleh alat uji yang lebih baik. Konsep meteran yang dipilih adalah

konsep meteran yang dikembangkan selama fase desain detail meteran. Pada tahap evaluasi, setiap konsep produk dibandingkan satu per satu secara berpasangan dengan konsep produk lainnya sesuai dengan kemampuannya, kemudian hasil perbandingan tersebut dievaluasi sesuai dengan keinginan masing-masing pengguna dan ditambahkan poin yang diperoleh (Rozak et al., 2014).

2.1.4 Evaluasi dan Pemilihan Konsep

Pada tahap evaluasi setiap konsep produk dibandingkan dengan konsep produk lain, satu persatu secara berpasangan dalam hal kemampuan kemudian memberi skor pada hasil perbandingan untuk setiap keinginan pengguna kemudian menjumlahkan skor yang diperoleh. Konsep produk dengan skor tertinggi adalah yang terbaik. Berdasarkan kriteria matriks pengambilan keputusan, maka konsep produk dari alat uji rig memiliki point yang paling besar sehingga konsep produk ini layak digunakan. Metode untuk memilih konsep terbaik:

1. Metode matrik keputusan (*pugh chart*)

Ini adalah teknik kualitatif yang digunakan untuk menentukan peringkat alternatif multidimensi dari sekumpulan alternatif. Bobot tiap kriteria bisa saja sama atau nilainya bisa ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan kriteria, namun tiap kriteria memiliki bobot yang lebih baik karena pada kenyataannya tingkat kepentingan seringkali berada di antara kriteria yang berbeda. Berikut ini merupakan salah satu bentuk matrik keputusan yang dibuat untuk memilih konsep perancangan yang terdiri dari tiga konsep yang nantinya akan dipilih salah satunya yang akan dikembangkan dalam membuat gambar rancangan mesin rig uji roda gigi ini.

Tabel 2.1. Metode Matrik Keputusan

No	Kriteria	Wt	Konsep		
			K1	K2	K3
1	Kuat	10	8	8	8
2	Harga murah	10	8	7	6
3	Pemasangan mudah	10	9	7	6
4	Kemudahan membuat	10	9	7	5
5	Komponen sedikit	10	8	7	4
Jumlah			42	33	29

Wt : Bobot Nilai

K : Konsep

2. Matrik keputusan pemberat (*Weighted Decision Matrix*)

Adalah daftar nilai dalam baris dan kolom yang memungkinkan seseorang analis untuk secara sistematis mengidentifikasi, menganalisis, dan menilai kinerja hubungan antara kumpulan nilai dan informasi. Matriks keputusan membantu dalam menyusun informasi terkait pilihan yang ada dan kriteria yang relevan, sehingga pengambil keputusan dapat memahami implikasi dari setiap pilihan. Dengan matriks keputusan, berbagai pilihan dapat dibandingkan satu sama lain secara sistematis, dengan mengevaluasi setiap pilihan berdasarkan kriteria yang sama. Dengan mempertimbangkan bobot yang diberikan pada setiap kriteria, matriks keputusan dapat membantu mengidentifikasi pilihan yang paling sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang telah ditetapkan. Dengan mempertimbangkan bobot yang diberikan pada setiap kriteria, matriks keputusan dapat membantu

mengidentifikasi pilihan yang paling sesuai dengan kebutuhan atau tujuan yang telah ditetapkan. Berikut tabel 2.2 Matrik Keputusan Pemberat.

Tabel 2.2. Matrik Keputusan Pemberat

Kriteria	Alat Uji Sebelumnya	Konsep		
		1	2	3
Daerah Pemakaian	D	S	S	S
Daerah Pemakaian	A	S	-	-
Kuat	T	+	+	+
Kemudahan	U	+	-	-
membuat	M			
Efektifitas		S	-	-
Pemakaian mudah		S	S	-
Biaya		+	S	-
Jumlah Plus		3	1	1
Jumlah Minus		0	3	5

3. AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Ini adalah teknik terstruktur untuk mengatur dan menganalisis keputusan yang kompleks, berdasarkan matematika dan psikologi. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria yang merupakan alat yang berguna dalam analisis keputusan. AHP adalah metode yang memperoleh skala relatif dari skala standar dengan penilaian dan kemudian memprosesnya melalui operasi aritmatika (Sianturi, 2011). AHP membantu dalam mengidentifikasi dan mengorganisir kriteria serta subkriteria yang relevan untuk pengambilan keputusan. Ini membantu pengambil keputusan untuk memahami

struktur hierarki dari keputusan yang akan diambil. Berikut tabel 2.3 *analytic heararchy process*.

Tabel 2.3. *Analytic Hierarchy Process*

No.	Keterangan kriteria	Skala	Keterangan Multi kriteria
0	Solusi Tidak Berguna	1 : 1	Tidak Memadai
1	Solusi Tidak Memadai	1 : 1	Tidak memadai
2	Solusi Lemah	1 : 1	Lumayan Baik
3	Solusi Buruk	1 : 1	Lumayan baik
4	Solusi Dapat Ditoleransi	1 : 1	Memuaskan
5	Solusi Memuaskan	1 : 1	Memuaskan
6	Solusi Bagus	1 : 1	Bagus
7	Solusi Tanpa Kekurangan	1 : 1	Bagus
8	Sangat Baik (Melebihi Syarat)	1 : 1	Bagus Sekali
9	Solusi Ideal	1 : 1	Sangat bagus

2.1.5 Embodiment Perancangan

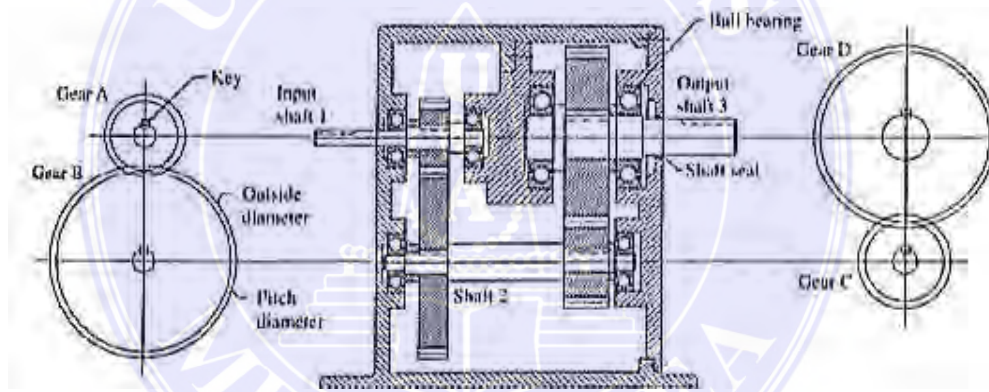
Dengan menentukan suatu tujuan maka sebuah embodiment pastinya akan ada proses dalam sebuah perancangan. Dalam hal ini akan dijelaskan bagaimana sebuah embodiment itu terjadi, melalui alat dasar perwujudannya.

1. Produk Arsitektur

Arsitektur produk adalah susunan elemen fisik produk untuk menjalankan fungsi yang dibutuhkan. Pada fase desain konsep, arsitektur produk mulai muncul, seperti diagram fungsional, sketsa konsep tingkat tinggi, dan akhirnya model konsep. Namun, justru pada fase perencanaan implementasi tampilan dan arsitektur produk harus ditentukan dengan mendefinisikan bagian struktural dasar

produk dan antarmukanya. (Beberapa organisasi menyebutnya desain tingkat sistem.) Perhatikan bahwa arsitektur produk terkait, tetapi tidak harus konsisten dengan, struktur fungsionalnya. Dalam konfigurasi operasi, konsep struktural didefinisikan sebagai kemungkinan menghasilkan konsep desain. Setelah memilih konsep desain, arsitektur produk dipilih untuk menentukan sistem terbaik untuk keberhasilan operasional.

Produk arsitektur peran pertama pada siklus ujian penggunaan sistem alat uji keausan dan kelelahan roda gigi. Dengan metode perancangan dan pembuatan konsep, lebih utama dalam pembuatan alat uji rig. Berikut ini gambar 2.5 analisis perwujudan dari sebuah alat uji roda gigi.



Gambar 2.5. Analisis perwujudan dari sebuah alat uji roda gigi (Gigi et al., 2019)

Analisis perancangan dapat kita lihat pada gambar diatas. Gambar diatas menunjukkan gambaran tentang alat uji roda gigi yang nantinya akan dirancang oleh peneliti. Merancang sebuah alat tentunya akan di kesampingkan alat bantu sambungan. Berikut ini sambungan yang digunakan nanti untuk merancang alat uji roda gigi.

2. Konfigurasi Perancangan

Konfigurasi perancangan yakni semua bagian yang tercakup dalam susunan menggambar atau merancang yang dijalankan dengan sistem operasi

untuk menyelesaikan berbagai macam keperluan. Berikut ini sambungan beberapa spesifik dalam mewujudkan suatu rancangan atau alat:

a. Sambungan Baut

Sambungan baut adalah perakitan beberapa bagian atau struktur menggunakan metode tertentu. Baut dan mur adalah sambungan yang kokoh. Artinya, sambungan yang dibaut dapat dipasang dan dilepas tanpa merusak struktur. Berikut gambar 2.6 Sambungan baut.



Gambar 2.6. Sambungan Baut (Nur, 2018)

b. Sambungan *Pulley* dan *belt*

Pulley dan *belt* adalah pasangan elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lain. Perbandingan kecepatan antara poros penggerak dan poros yang digerakkan tergantung pada perbandingan diameter *pulley* yang digunakan. Sambungan *pulley* dan *belt* adalah dua elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu sumbu ke sumbu lainnya. Rasio kecepatan antara poros *input* dan poros output tergantung pada rasio diameter puli yang digunakan. Berikut gambar 2.7 Sambungan *pulley* dan *belt*.



Gambar 2.7. Sambungan *Pulley* dan *Belt*

c. Sambungan poros

Poros adalah salah satu bagian terpenting dari mesin. Hampir semua mesin mengirimkan tenaga selain putaran. Selain mentransmisikan daya dari sumber daya melalui putaran, poros terkadang digunakan untuk membawa beban. Poros itu sendiri dapat diklasifikasikan menurut bebannya. Berikut gambar 2.8 sambungan poros.



Gambar 2.8. Sambungan Poros

d. Sambungan Solder (*Soldering*).

Soldering adalah proses penyambungan dua logam atau lebih menjadi satu dengan cara melebur dan mengalirkan filler atau logam pengisi di antara celah dan

pori-pori sambungan sehingga kedua permukaan benda saling menempel. Sambungan solder hanya digunakan pada benda lunak. Berikut ini padagambar 2.9 sambungan *soldering* dapat dilihat.



Gambar 2.9. Sambungan *Soldering*

e. Sambungan Las/Pengelasan

Pengelasan adalah perakitan metalurgi dalam sambungan logam atau paduan logam yang dibuat dalam keadaan cair. Pengelasan menyambung logam secara permanen dengan memanaskan logam hingga mencapai titik lelehnya, dengan atau tanpa tekanan, dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Berikut gambar 2.10 Sambungan las.



Gambar 2.10. Sambungan Pengelasan

3. Parametrik Desain

Pembuatan alat uji rig yang memiliki langkah langkah perancangan. Hasil dari perhitungan perancangan ini yang nantinya akan mempermudah pada proses pembuatannya.

a. Poros

Untuk menghitung momen torsi yang terjadi pada poros diperoleh dengan persamaan:

$$T = Mt.Y \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

T = Momen (N.m)

mt = Massa total (N)

Y = Jarak poros ke titik berat (m)

Kemudian untuk menentukan besarnya diameter minimum poros dengan beban puntir dan lentur (Sularso, 1997) digunakan persamaan:

$$Ds \geq 4.1 \sqrt{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

T = Momen (N.m)

Ds = Diameter poros (m)

b. Rangka/konstruksi

Bentuk kontruksi rangka adalah perwujudan dari pertentangan antara gaya tarik bumi dan kekokohan; dan kontruksi rangka yang modern adalah hasil penggunaan baja dan beton secara rasional dlm bangunan. Kerangka ini terdiri atas komposisi dari kolom-kolom dan balok-balok (Sularso, 1997).

Menghitung konstruksi rangka:

$$(H + 2B) \times t1 \times t2 \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

H = Panjang besi (m)

B = Tinggi besi (m)

t1 = Tebal1 (m)

t2 = Tebal2 (m)

c. Sambungan las

Untuk menentukan hasil pengelasan yang optimal digunakan rumus dengan persamaan:

$$P = V2.t.l.Ft \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

t = Tebal (m)

l = Lebar (m)

Ft = Tegangan-Tarik Maksimum (N)

d. Sambungan baut

Akibat Pembebanan (tarik/tekan), pada baut bekerja gaya dalam yang berupa gaya geser dan gaya normal Gaya geser menimbulkan tegangan geser pada baut Gaya normal menimbulkan tegangan tumpu pada baut Untuk perhitungan sambungan dengan menggunakan baut perlu diketahui besarnya daya pikul satu baut geser dan tumpu. Perhitungan pada baut dengan menggunakan rumus :

$$Fgs = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Fgs = Luas bidang geser

Keausan adalah hilangnya banyak lapisan bahan permukaan akibat gesekan antara permukaan padat dan benda lain sebagai akibat interaksi mekanis. Dalam hal ini bahan abrasif pada roda merupakan jenis keausan korosif, dimana keausan korosif disebabkan oleh gesekan pada lingkungan korosif. Uji ketahanan aus ditentukan dengan metode *Reike-Ogoshi* dan dinyatakan dalam persamaan.

$$W = \frac{B \cdot b^3}{12r} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

- W = Keausan spesifik (N.m)
- b³ = Luas keausan pada benda uji (m)
- B = Lebar disk (piringan) pengaus (m)
- r = Radius piringan pengaus (m)

Mekanisme keausan dibagi menjadi dua kelompok yaitu keausan yang penyebabnya didominasi oleh perilaku mekanik material dan keausan yang penyebabnya dikendalikan oleh perilaku kimia material, sedangkan menurut Koji Kato ada tiga jenis pakai: mekanik, kimia dan termal. Berikut gambar 2.13 Posisi roda dalam keadaan aus. Dengan menentukan keausan dapat kita lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.12. Posisi keadaan roda gigi aus (Andrianto et al., 2014)

g. Kelelahan

Kelelahan (*fatigue*) merupakan salah satu jenis kerusakan struktur (*fracture*) yang disebabkan oleh beban dinamis (pembebanan berulang atau berulang). Dalam kasus elemen transmisi mesin yang dibebani secara dinamis, patah tulang dapat terjadi jika tegangan jauh di bawah batas tarik. Dengan retakan seperti itu, pemisahan terjadi tanpa deformasi sebelumnya. Gejala ini disebut kelelahan. Kelelahan adalah kemampuan bahan teknik untuk menahan beban rotasi. Hasil dari uji kelelahan adalah kurva logaritmik antara amplitudo tegangan (S) dan jumlah putaran sampel (N), umumnya dikenal sebagai kurva SN. Batas kelelahan, atau kekuatan kelelahan, adalah tingkat stres di mana fraktur terjadi karena kelelahan. Gambar selanjutnya 2.14 Roda gigi rusak.



Gambar 2.13. Posisi roda gigi dalam keadaan lelah (Metode & Hingga, 2017)

Modus kegagalan komponen atau struktur dapat dibedakan menjadi 2 kategori utama yaitu:

1. Modus kegagalan quasi statik (modus kegagalan yang tidak tergantung pada waktu, dan ketahanan terhadap kegagalannya dinyatakan dengan kekuatan).

2. Modus kegagalan yang tergantung pada waktu (ketahanan terhadap kegagalannya dinyatakan dengan umur atau *life time*).

Hasil dari analisis kelelahan menggunakan cara seperti di bawah ini:

$$Fatigue\ life = \frac{Design\ Life\ x\ Years}{DM} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

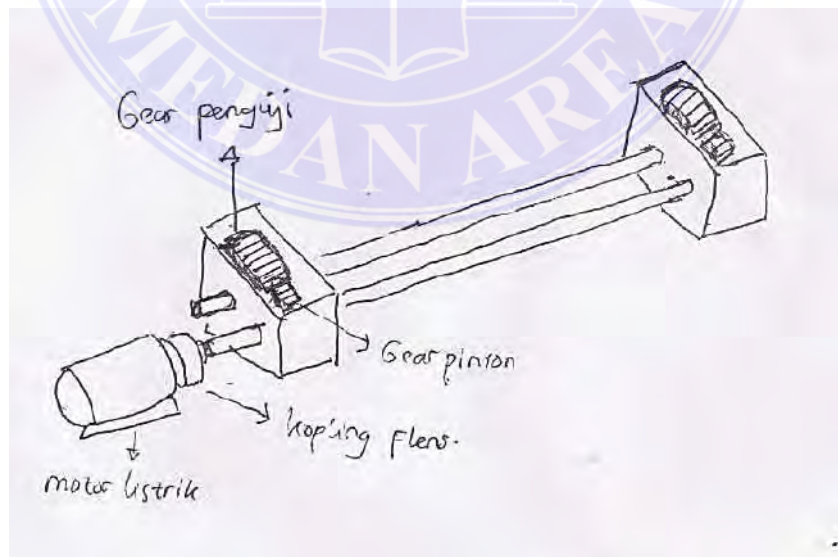
Design Life = Sesuai aturan spesifikasi

DM = *cumulative fatigue damage*

TL = Umur material propeller (Hidayat et al., 2013)

3. Detail Desain

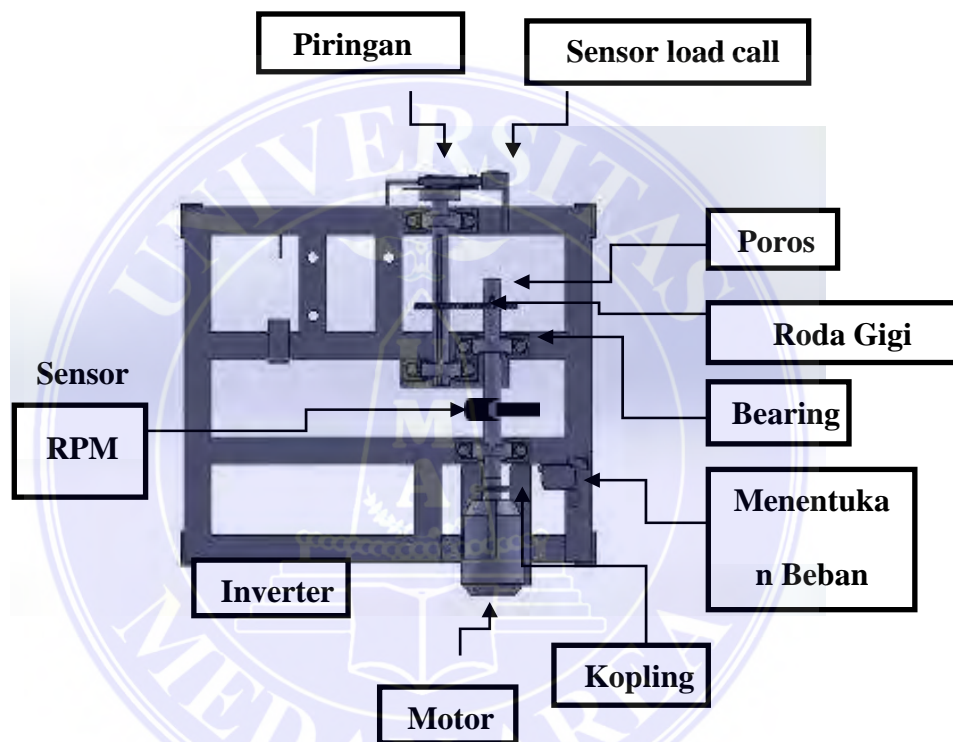
Pada tahap perancangan terakhir, akan ditentukan proses detail rancangan secara singkat komponen alat gear test rig dari pembahasan uraian uraian sebelumnya. Penulis menentukan detail menggunakan hasil rancangan gambar teknik. Berikut ini hasil dari detail desain perancangan rig uji keausan dan kelelahan roda gigi. Berikut gambar 2.10 Detail *design gear test rig*.



Gambar 2.14. Detail desain gear test rig (Perancangan Alat Uji Keausan Pin on Disc, n.d.)

2.2 Mesin Uji Roda Gigi

Mesin uji roda gigi (rig) merupakan alat uji yang digunakan untuk menganalisis/menghitung keausan dan kelelahan roda gigi dengan penelitian menggunakan sensor putaran dan beban. Guna mengidentifikasi, menghitung dan mengkonstruksi kerusakan besar yang dialami elemen benda yang akan di uji. Berikut ini gambar 2.2 analisa gambar mesin uji roda gigi.



Gambar 2.15. Mesin Uji Roda Gigi

2.3 Sensor

Sensor adalah perangkat yang menerima dan menanggapi sinyal atau rangsangan. Definisi tersebut tampaknya cukup luas, hanya contoh seseorang yang kemudian dapat digunakan untuk memicu tindakan tertentu. Arti lainnya dari sensor adalah ekspresi. Elemen yang mengubah sinyal fisika/kimia menjadi

sinyal elektronik yang dibutuhkan oleh komputer. Dalam penggunaan sistem alat uji rig, dibutuhkan 2 sensor yang berperan yaitu sensor putaran dan beban.

2.3.1 Sensor putaran (rpm)

Sensor rotasi (rpm) adalah salah satu jenis sensor paling populer untuk aplikasi otomotif dan digunakan antara lain untuk mengukur kecepatan (km/j), kecepatan engine (rpm), dan kecepatan rotasi (rpm) setiap roda. Kecepatan masing-masing sumbu (RPM). Kecepatan adalah jarak yang ditempuh suatu benda dalam waktu. Kecepatan memiliki satuan jarak dibagi waktu, seperti mil per jam atau kilometer per jam. Kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai perubahan posisi dibagi waktu tempuh.

1. Fungsi Sensor Putaran

Sensor putaran berfungsi untuk mengukur kecepatan pada material/benda yang akan diukur atau diuji. Sensor putaran berguna untuk membaca putaran dari poros output dan bisa membaca seberapa kencang putaran yang terjadi pada poros dan menghasilkan data putaran.

2. Prinsip Kerja Sensor Putaran

Proses penginderaan sensor kecepatan adalah proses kebalikan dari sebuah motor, dimana sebuah poros/object yang berputar pada suatu generator bakal menghasilkan sebuah tegangan yang seimbang dengan kecepatan putaran object. Kecepatan putar tidak jarang pula diukur dengan memakai sensor yang mengindera pulsa magnetis (induksi) yang timbul ketika medan magnetis terjadi.

2.3.2 Sensor Beban (*Load Cell*)

Sensor *load cell* adalah jenis sensor beban yang biasa digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan

tegangan listrik tergantung pada tekanan yang keluar dari beban. Sensor sel beban berisi pengukur regangan, komponen elektronik yang mengukur tekanan. Sel beban digunakan untuk merekam tekanan atau berat beban. Sensor *load cell* biasanya digunakan sebagai komponen utama dalam sistem timbangan digital dan dapat digunakan pada jembatan timbang yang mengukur berat truk yang mengangkut bahan mentah. *Load cell* menggunakan prinsip tekanan untuk membaca besar beban yang diterima.

1. Fungsi Sensor Beban

Fungsi *Load cells* pada dasarnya sangat banyak, namun dapat dikelompokkan berdasarkan jenis dari *load cells* itu sendiri. Fungsi *load cells* berdasarkan fungsinya antara lain:

- a. Menimbang *bench scale* dengan cara dipasang pada bagian tengah *platform* timbangan (*load cells single point*).
- b. Diaplikasikan pada *floor scale* (*load cells shear beam*).
- c. Digunakan untuk menimbang truk dengan cara menekan bagian atasnya (*loadcell compress*) atau dengan menekan sisi tengahnya (*load cells ended*).
- d. Menimbang barang yang cukup berat dengan lebih akurat (*load cells S*).

2. Prinsip Kerja Sensor Beban

Cara kerja *load cells* mirip dengan sensor tekanan yaitu untuk mengukur tekanan suatu zat. Beban yang diberikan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cells* sehingga mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Sedangkan, gaya yang ditimbulkan oleh regangan tersebut kemudian dikonversikan ke dalam sinyal listrik oleh *straingauge*.

3. Keuntungan menggunakan Sensor Beban

Sensor beban memiliki berbagai macam karakteristik yang dapat diukur, tergantung pada jenis logam yang digunakan, bentuk *load cells*, dan ketahanan dari lingkungan sekitar. Berikut ini beberapa keuntungan menggunakan *Load Cell*.

- a. Mudah membandingkan *output (signal) load cell* dengan standard.
- b. Dapat menyimpan secara maksimum pengukuran yang dinyatakan dalam persen terhadap kapasitas maksimal (*non-linearity and hysteresis*).
- c. Perubahan sinyal keluaran *load cell* selama pembebanan tidak berubah, dan tidak ada perubahan akibat lingkungan sekitar.
- d. Perubahan pengukuran kondisi tanpa beban, meskipun setelah beberapa waktu diberikan beban dan setelah beban dihilangkan.
- e. Perubahan nilai pengukuran saat diberikan beban selalu konstan.
- f. Menghindari perbedaan pengukuran dengan beban yang sesungguhnya.
- g. Pada umumnya *load cells* membutuhkan tegangan excitation yang lebih banyak, mulai dari 10VDC sampai dengan 25 VDC
- h. Bisa bekerja pada arus AC dan DC.
- i. Penyimpangan maksimum hasil pengukuran dengan beban yang sama.
- j. Resistansi Input daripada load cells bisa diukur dengan Ohm meter antara dua titik input atau Excitasi.
- k. Pengukuran resistansi antara sirkuit load cells dengan strukturnya dilakukan dengan tegangan DC.
- l. Penyimpangan maksimum pada grafik hasil kalibrasi dapat dinyatakan dengan persentase terhadap pengukuran pada kapasitas maksimum,

- m. Sinyal yang dihasilkan oleh *load cells* terhadap output berbanding lurus dengan eksitasi dan beban yang diterapkan.
- n. Tingkat perbandingan antara *output* tanpa beban dengan *output* saat ada hampir selalu konstan (Sulistiyowat & Febriantoro, 2015).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dan langkah - langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2023															
	Bulan IX				Bulan X				Bulan XI				Bulan XII			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■															
Penulisan Proposal		■	■	■												
Penyelesaian Proposal				■												
Seminar Proposal					■											
Pemilihan Bahan						■	■									
Pembuatan Rig								■	■	■						
Pengujian Rig											■					
Analisis data												■				
Laporan													■	■		
Seminar Hasil															■	
Sidang Sarjana																■

3.1.2 Tempat

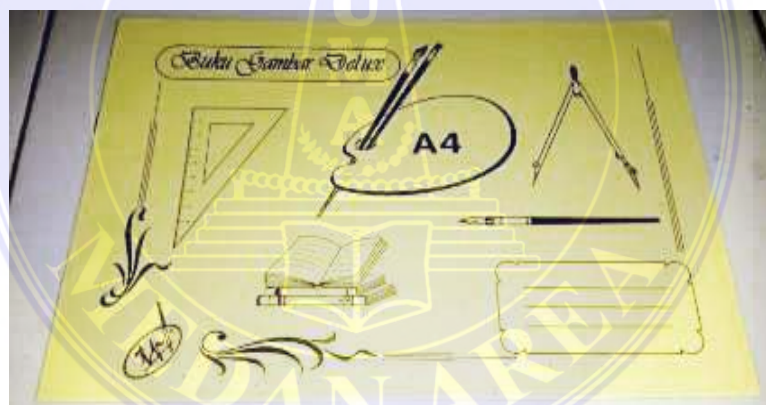
Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini yaitu dilakukan di Bengkel Bubut dan Las Sudarman yang beralamat di Jl. Mangaan VIII, Pasar III di Kec. Medan Deli, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara 20242.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan perancangan

1. Kertas Gambar

Buku gambar adalah buku atau kumpulan lembaran kertas dengan halaman kosong untuk membuat sketsa dan sering digunakan oleh seniman untuk menggambar atau melukis sebagai bagian dari hal gambar mereka. Buku gambar bisa juga digunakan oleh anak teknik untuk merancang apa yang akan mereka bentuk menjadi satu desain. Buku gambar juga banyak digunakan oleh anak teknik arsitektur dalam kejuruan mereka. Buku gambar memiliki ukuran ukuran yang berbeda, contoh : A1, A2, A3, A4 dan A5. Berikut gambar 3.7 buku gambar dan gambar 2 kertas hvs.



Gambar 3.1. Kertas Gambar A4

2. Kertas HVS

Kertas HVS berasal dari bahasa Belanda yakni houtvrij schrijfpapier, yang berarti kertas tulis bebas serat kayu. Bahan dasar kertas ini adalah bubur kertas atau pulp tanpa lignin. Lignin merupakan perekat antarserat yang biasa ditemukan dalam pohon. Karena tanpa lignin, warna kertas pun lebih awet. Berikut gambar 3.8 Kertas HVS.



Gambar 3.2. Kertas HVS

3.2.2 Alat Perancangan

Alat alat yang digunakan untuk merancang alat uji rig adalah.

1. *Solid Works*

Solid Works adalah perangkat lunak pemodelan 3D yang sempurna untuk insinyur dan desainer 3D. *Solid Works* merupakan *software* lengkap yang membantu desainer dan insinyur untuk membangun model mekanis yang inovatif. Perangkat lunak 3D ini memiliki antar muka yang ramah pengguna dan dapat digunakan untuk desain, atau untuk membuat suku cadang mesin. *Software* ini sangat cocok untuk mahasiswa teknik yang mencari *software* hebat untuk membuat gambar mekanik. Berikut gambar 3.1 *Solid Works*.



Gambar 3.3. *Solid works*

2. Pensil

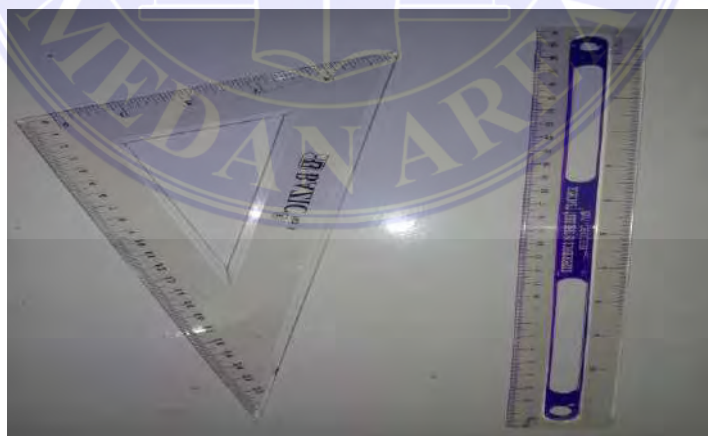
Pensil merupakan alat tulis yang digunakan menulis dan melukis digunakan oleh pelukis sesuai kebutuhan. Berikut gambar 3.2 gambar pensil.



Gambar 3.4. Pensil

3. Mistar atau Penggaris

Mistar atau penggaris biasa digunakan saat menentukan jajaran suatu lukis gambar. Alat ini sering digunakan oleh pelukis arsitek untuk merancang ide gagasan. Berikut gambar 3.3 gambar mistar atau penggaris.



Gambar 3.5. Mistar atau Penggaris

4. Penghapus

Penghapus merupakan alat untuk menghapus ulang lukis atau tulisan yang salah dari suatu gambar. Berikut gambar 3.6 penghapus.



Gambar 3.6. Penghapus

5. Pena/pulpen

Pena atau pulpen alat tulis digunakan pada umumnya. Alat tulis pena merupakan tinta yang beragam warna. Jenis pulpen yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7. Pulpen atau Pena

6. Jangka

Jangka adalah alat untuk mengukur diameter dalam (diameter lubang) atau lebar suatu celah. Jangka bisa juga membuat lingkaran sesuai ukuran jangka. Jenis jangka yang digunakan dalam membuat desain mesin rig uji ini dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8. Jangka

3.3 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada proses penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu metode kualitatif. Dimana metode penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengobservasi hasil perancangan, pembuatan dan analisis roda gigi dengan standart specimen yang ada. Metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut.

- a. Studi literatur dengan cara mencari dan mengumpulkan sumber sumber informasi sebagai bahan acuan pembelajaran pada jurnal pendukung,internet, web, dan buku.
- b. Observasi dan penggunaan alat yang akan dilakukan pada pembuatan specimen.
- c. Melakukan pemilihan konsep terbaik terhadap rancangan.
- d. Menganalisis dan membandingkan bahan dan alat yang lebih efisien dari segi kualitas dan ekonomis.
- e. Menarik kesimpulan.

3.4 Populasi dan Sampel

Dalam studi ini, yang menjadi populasi penelitiannya yaitu seluruh proses produksi mesin rig uji atau objek yang memiliki karakteristik atau sifat tertentu dan menjadi fokus dari penelitian ini meliputi konsep pembuatan, pemilihan material, proses perakitan, pengujian hingga analisis hasil pengujian.

Sampel penelitian adalah sebagian kecil atau subset dari populasi penelitian yang diambil untuk diuji, diamati, atau diteliti oleh peneliti. Sampel dapat didefinisikan sebagai sekelompok elemen yang diambil dari populasi secara acak atau berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Pada studi ini, yang menjadi sampel penelitiannya adalah alat dan bahan penelitian yang akan dianalisis dari segi proses kerja alat dan kekuatan bahan produksi.

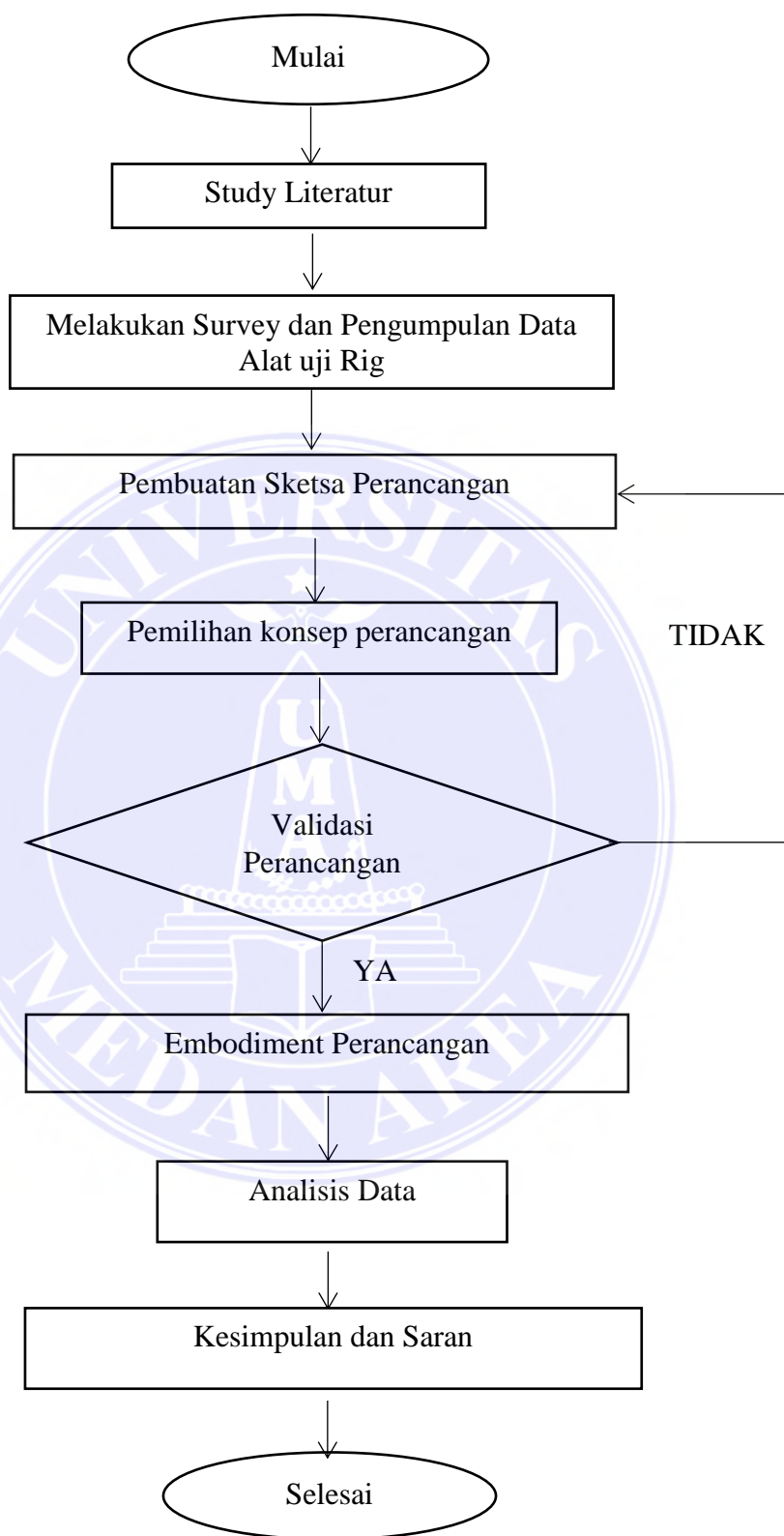
3.5 Prosedur Kerja

Dalam merancang suatu elemen mesin tidak terdapat aturan yang baku dan kaku. Masalahnya dapat dicoba dengan beberapa langkah seperti diagram alir untuk prosedur perancangan mesin pada Gambar tabel Prosedur umum untuk menyelesaikan masalah perancangan adalah sebagai berikut:

- a. Pengakuan akan kebutuhan. Pertama-tama, buatlah pernyataan lengkap tentang masalahnya, yang menunjukkan kebutuhan, tujuan, atau tujuan mesin akan dirancang.
- b. Sintesis (Mekanisme). Pilih mekanisme yang mungkin atau kelompok mekanisme yang akan memberikan kondisi yang diinginkan sesuai kebutuhan.

- c. Analisis perancangan. Dapatkan pandangan yang berbeda beda gambar pada setiap elemen mesin dan alat uji yang ditransmisikan oleh setiap elemen tersebut.
- d. Pemilihan alat dan bahan. Tentukan alat dan bahan yang sesuai untuk setiap kebutuhan elemen mesin bagi perancang. Seperti alat digunakan pada umumnya : Pensil, Penggaris, Penghapus, Jangka, Mistar rancangan khusus bagi seorang perancang dll. Seperti bahan pada umumnya yaitu : Kertas gambar A1-A2-A3-A4, kertas Hvs dll.
- e. Ukuran dan Tekanan elemen rancangan. Tentukan ukuran masing-masing elemen mesin dengan mempertimbangkan gaya yang bekerja pada setiap bagian bagiannya kemudian di ukur menggunakan satuan perencanaan. Memberikan tekanan semaksimal mungkin, bila tidak ada terjadi kesalahan yang tidak diinginkan.
- f. gambar detail dan tegangan yang diizinkan untuk material yang digunakan. Perlu diingat bahwa setiap elemen tidak boleh merusak dari batas yang diizinkan. Agar terbentuk gambar rancangan yang tervalidasi sesuai perencanaan.
- g. Modifikasi ubah ukuran elemen agar sesuai dengan pengalaman dan ketentuan sehingga memudahkan perancangan. Modifikasi juga mungkin diperlukan dengan pertimbangan produksi untuk mengurangi biaya keseluruhan.
- h. Gambar detail gambarkan detail setiap elemen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses produksi yang disarankan. Hingga membuat ketertarikan dan nyaman suatu pelanggan.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 9. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya pada bagian akhir penulisan skripsi ini dapat ditarik beberapa poin yang berupa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil survey kuisisioner alat uji rig terdiri dari 10 pertanyaan disebarluaskan kepada pelanggan sebanyak 50 kuisisioner.
2. Konsep rancangan alat uji rig dipilih menggunakan konsep morfologi. Sehingga rancangan dapat disesuaikan dengan keperluan peneliti rancangan.
3. Penjelasan setiap elemen elemen alat uji rig ditentukan setiap komponen sehingga terjadi perwujudan alat. Dan mampu memaksimalkan putaran 1430 rpm dan variasi beban 0.8 N.
4. Dari data yang diperoleh perancangan gambar teknik menggunakan proyeksi amerika dibuat spesifikasi menggunakan kepala gambar.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil uraian pembahasan di atas, maka penulis dapat menyimpulkan saran sebagai berikut:

1. Menjadikan alat pengujian yang baik dan benar serta melakukan hal uji yang dimana spek uji coba roda gigi sebelumnya digunakan secara detail analisa terhadap keausan dan kelelahan roda gigi.

2. Penggunaan alat uji yang ramah lingkungan tentu harus di tebar luaskan dalam masyarakat itu sendiri. Dengan menerapkan karya ilmiah yang ramah akan lingkungan masyarakat sekitar akan sangat menarik perhatian besar.
3. Lakukan perawatan alat uji setelah selesai penggunaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, N., Nugroho, S., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2014). Karakterisasi Sifat Keausan Dan Ketahanan Korosi Material Disc Refiner White Cast Iron Dan Stainless Steel. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(4), 437–444.
- Baumeyer, J., Besnard, V., Miossec, S., Novales, C., Poisson, G., Vieyres, P., & Chemouny, J. (2016). Torque collision detection with experimental validation for protontherapy positioning robot. In *IFMBE Proceedings* (Vol. 57). https://doi.org/10.1007/978-3-319-32703-7_119
- Gigi, R., Komposit, C., Siregar, R. A., & Mukhlas, K. U. (2019). *Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU*. 2(2), 158–164.
- Hidayat, T., Supriyana, N., Londa, P., Jamari, J., & Setiawan, J. D. (2013). Analisa Running-in Roda Gigi Transmisi Produk Usaha Kecil Menengah. *Rotasi*, 15(2), 12. <https://doi.org/10.14710/rotasi.15.2.12-17>
- ir.Jac. STOLK, ir. c. K. (1981). *ELEMEN MESIN* (P. Erlangga (ed.); 21st ed.).
- Joseph E Shigley, L. D. M. (2018). *Perencanaan Teknik Mesin* (P. Erlangga (ed.)).
- Metode, D., & Hingga, E. (2017). Analisa Kelelahan Propeller Kapal Ikan Pvc Dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(1), 243–252.
- Mihailidis, A., & Nerantzis, I. (2010). A New System for Testing Gears Under Variable Torque and Speed. *Recent Patents on Mechanical Engineering*, 2(3), 179–192. <https://doi.org/10.2174/1874477x10902030179>
- Muhammad Saleh Simamora. (2017). Perancangan Alat Uji Tekuk Sederhana. *Menara Ilmu*, 11(74).
- Nur, R. (Ed.). (2018). *perancangan mesin mesin industri*. cv budi utama.
- perancangan alat uji keausan pin on disc*. (n.d.).
- Richmond, G. O. (1943). *United States Patent Office*.
- Rozak, A. A., Satrijo, D., Widodo, A., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2014). *pembuatan konsep Gear atest rig*. 2(3), 275–281.
- SARI, N. H. (Ed.). (2018). *MATERIAL TEKNIK*. cv budi utama.
- Sianturi, G. (2011). Seleksi Material Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Dan Pugh. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 181–186.
- Sulistyowat, R., & Febriantoro, D. D. (2015). Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Iptek*, 16, 10–21.
- Y.Martin, & A.Suwandi. (2020). Stress Analysis Simulation of Gear Wheel for Fishing Deck Machinery Hydraulic. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, 2(1), 77–84.

LAMPIRAN

Lembar Kuisioner Produk "Alat Rig Uji Kelalahan dan Keausan"

Identitas Responden

Nama : Albar Nababan
 Usia : 26 tahun
 Jenis Kelamin : Laki laki
 Fakultas/Unit : Teknik Mesin
 Jabatan : ~~Dosen~~ Karyawan / Mahasiswa
 (coret yang tidak perlu)

Petunjuk Pengisian

Para pengisi kuisioner diharapkan membaca petunjuk pengisian lembar kuisioner terlebih dahulu. Jawablah pertanyaan dibawah ini yang menyangkut harapan anda dalam memilih alat uji rig yang anda inginkan dengan memberi tanda (✓) di kolom yang sesuai jawaban anda.

1. Apakah penggerak menggunakan motor listrik?
 Ya Tidak
2. Apakah motor listrik menggunakan kualitas HP lebih besar lebih efisien pemakaiannya?
 Ya Tidak
3. Apa penggunaan penggerak yang lebih ekonomis?
 Motor Listrik Mesin Dompeng Manual
4. Pembacaan hasil pembebanan dan hasil rpm, mana yang lebih memungkinkan penggunaannya antara manual dan digital?
 Digital Manual
5. Berapa penggunaan poros terhadap konsep terpilih?
 1 Poros 2 Poros 3 Poros
6. Menurut anda, manakah yang cocok peletakan benda uji ketika penggunaan (dimeja atau dilantai)?
 Dilantai Dimeja
7. Apakah dudukan spesimen menggunakan besi?
 Ya Tidak
8. Apa saja komponen pendukung?
 Roda Laptop Bantalan Rubber
9. Berapa kali max. maintenance yang sebaiknya dilakukan terhadap alat uji?
 1 tahun sekali 2 Tahun sekali Tidak Maintenance
10. Berapa range harga pembuatan alat uji rig?
 8 jt 10 jt 12 jt

Saran dan Masukan : *segera dilakukan*

.....

.....

.....