

ANALISA DAN PERANCANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND TRANSMISI
TOYOTA KIJANG 4K DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS

2014

Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Syarat dan Guna Memperoleh Gelar Ahli

Madya



Oleh :

Raden Vito Bagas Bintoro Putra (20133020008)

D3 Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur

Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Mei 2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA DAN PERANCANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND
TRANSMISI KIJANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE
SOLIDWORK 2014**

Telah disetujui dan disahkan

Pada tanggal, 21 Mei 2016

Untuk Dipertahankan di Depan Panitia Penguji Tugas Akhir Progran Studi Teknik
Mesin Otomotif dan Manufaktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Disetujui oleh:

Dosen pembimbing

Ferriawan Yudhanto, S.T.,M.T

Mengetahui:

Direktur

Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Otomotif dan Manufaktur

Dr.Sukamta, S.T., M.T.

NIK.19700502199603123023

Andika Wisnujati, S.T., M.Eng

NIK.19830812201220183001

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISA DAN PERANCANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND
TRANSMISI KIJANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE
SOLIDWORK 2014

Oleh

RADEN VITO BAGAS BINTORO PUTRA
20133020008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir

Program Studi Teknik Mesin Otomotif dan Manufaktur

Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Pada tanggal, 23 Mei 2016

Dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya.

Susunan Penguji

Nama Lengkap dan Gelar	Tanda Tangan
1. Ketua : Andika Wisnujati, S.T., M.Eng.
2. Pembimbing : Ferriawan Yudhanto, S.T.,M.T
3. Penguji : Muh. Abdus Shomad, S.T., M.Eng

Yogyakarta, 23 Mei 2016

POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
DIREKTUR

Dr.Sukamta, S.T., M.T.

NIK.19700502199603123023

KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RADEN VITO BAGAS BINTORO PUTRA

NIM : 20133020008

Program Studi : Teknik Mesin Otomotif & Manufaktur

Perguruan Tinggi : Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya Tugas Akhir saya yang berjudul **“ANALISA DAN PERANCANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND TRANSMISI KIJANG DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORK 2014 “** adalah hasil karya atau penelitian saya. Sepanjang sepengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 09 Mei 2016

Yang Menyatakan

Raden Vito Bagas Bintoro Putra

NIM : 20133020008

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas semua karunia, nikmat dan hidayah-Nya yang tiada tara. Semoga rahmat, salam dan berkahnya terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, para sahabat dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan untuk Bapak dan Ibu tercinta. Terima kasih atas segala do'a, pengorbanan, didikan, perhatian serta kasih sayang yang selama ini tercurahkan kepada penulis. Penulis tak akan pernah sanggup membalas semua yang telah Bapak dan Ibu berikan. Semoga Allah SWT yang membalas kalian dengan limpahan rahmat dan ridho-Nya.

Amin,,.....

HALAMAN MOTTO

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.

(QS.AL-INSYIRAH: 6)

*Berangkatlah, baik kamu merasa ringan atau berat, dan berjihadlah dengan harta
dan jiwamu..*

(QS. At-Taubah: 41)

***Manfaatkan waktu sebaik mungkin, jangan
buang waktu dan jangan sia-siakan kesempatan***

Abstrak

Rangka merupakan salah satu bagian penting yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban. Semua beban baik itu mesin, transmisi, dan segala peralatan semuanya diletakan di atas rangka. Oleh karena itu setiap konstruksi rangka harus mampu untuk menahan semua beban.

Proses dari pembuatan alat peraga ini meliputi perancangan, desain, pembuatan rangka, dan pengecatan. Kemudian di lakukan setting untuk penempatan transmisi dan gardan. Pengujian beban di lakukan menggunakan software solidwork 2014, dari pengujian tersebut dapat di ketahui faktor keamanan dan perubahan rangka.

Dalam pengambilan data didapatkan data material yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,3%. Dari hasil simulasi yang di lakukan menggunakan software Solidwork 2014 adalah faktor keamanan dari rangka jika di kenai beban transmisi dan gardan kijang adalah 2,25, cukup aman untuk menopang beban tersebut.

Kata Kunci : Rangka, Perancangan, Pengujian.

Kata pengantar

Puji Syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Allah Swt, Karena Dengan Ridho-Nya Laporan Tugas Akhir Ini Dapat Diselesaikan Dengan Baik Dengan Judul “Analisa Dan Perancangan Pembuatan Engine Stand Transmisi Kijang Dengan Menggunakan Software Solidwork 2014”. Tugas Akhir Ini Dilakukan Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Ahli Madya Dan Menyelesaikan Program Studi D3 Teknik Mesin Otomotif & Manufaktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Bambang Cipto, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).
2. Terima kasih kepada Dr.H. Sukamta., S.T, M.T. selaku Direktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta
3. Terima kasih kepada Bp. Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T. selaku Sekertaris Direktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Terima kasih kepada Bp. Andika Wisnujati., S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Otomotif & Manufaktur Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Terima kasih kepada Bp. Joni Kasmara, S.T. selaku dosen yang memberi motifasi.
6. Terima kasih kepada Dosen-dosen Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Terima kasih kami sampaikan kepada keluarga tercinta yang selalu sabar dalam menghadapi masalah, tetap sabar adalah langkah terbaik dalam menjalani suatu ujian hidup.

8. Terimakasih juga kami sampaikan pada rekan-rekan seperjuangan, kalian adalah motifasi dan spirit untuk selalu semangat menjalani hidup.
9. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Penyusun menyadari akan keterbatasan, kelemahan, dalam ilmu dan pengalaman sehingga Laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat motivasi dan membangun selalu saya harapkan demi kesempurnaan Laporan ini.

Akhir kata, sekali lagi saya berterima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Laporan ini dari awal sampai akhir, Semoga laporan ini dapat dengan segala kekurangan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dan semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin

Yogyakarta , 03 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Keaslian	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto.....	vi
Abstrak	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
1.5.1 Manfaat Untuk Universitas.....	3
1.5.2 Manfaat Untuk Diri Sendiri	4
1.5.3 Manfaat Untuk Mahasiswa	4
BAB 2 DASAR TEORI	5

2.1	Perancangan	5
2.1.1	Perencanaan Dan Gambar Teknik.....	5
2.1.2	Perancangan	6
2.1.3	Metode Pembentukan Model 3D Solid Dari 2D.....	7
2.2	Sifat-Sifat Material	9
2.3	Konsep Tegangan-Regangan	12
2.4	Solidworks	15
2.5	Inovasi.....	17
2.6	Desain Produk.....	17
2.7	Analysis	18
2.8	Pengertian Pengelasan	19
2.8.1	Pengelasan SMAW	19
2.8.2	Pengertian Elektrode (Kawat Las)	21
2.9	Baja Karbon.....	28
2.9.1	Diagram Fasa Fe-C	31
2.9.2	Penomoran Baja Karbon Dan Baja Paduan Menurut SAE-AISI	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Alur Penelitian.....	35
3.2	Pengumpulan Data Dan Informasi.....	36
3.3	Tempat Dan Metode Perancangan	36
3.3.1	Tempat	36
3.3.2	Metode Perancangan.....	36
3.4	Alat Dan Bahan.....	37
3.4.1	Alat.....	37
3.4.2	Bahan.....	38
3.5	Desain Rangka Menggunakan Solidwork 2014	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39

4.1	Hasil Perancangan Engine Stand Transmisi Kijang	39
4.2	<i>Desain Stand Dengan Menggunakan Software Solidwork 2014</i>	40
4.3	Proses PembuatanRangka Engine Stand	42
4.3.1	Proses Pemotongan Material Dan Proses Penyambungan Atau Pengelasan.....	43
4.3.2	Proses Pembuatan DudukanTransmisi	44
4.3.3	Proses Pemasangan Roda	45
4.3.4	Proses Pembuatan Dudukan Motor Listrik	46
4.3.5	Proses Pendempulan.....	47
4.3.6	Proses Pengecatan	47
4.3.7	Hasil Pembuatan Engine Stand Transmisi Kijang	49
4.4	Hasil Akhir Pembuatan Engine Stand	50
4.5	Biaya	51
4.6	Analisis Tegangan Beban Statis Rangka Dengan Solidwork 2014	52
BAB 5 PENUTUP		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran Penelitian Berikutnya	61
Daftar Pustaka		62
Lampiran		63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Persentase	27
Tabel 3.1 Bahan Yang Digunakan Pada Pembuatan Rangka	31
Tabel 4.1 Total Biaya Pembuatan.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Extrude	8
Gambar 2.2 Tegangan Yang Bekerja Pada Suatu Bidang	13
Gambar 2.3 Tampilan Solidworks	16
Gambar 2.4 Tampilan Solidworks 2014.....	16
Gambar 2.5 Mesin Las SMAW	20
Gambar 2.6 Las SMAW	21
Gambar 2.7 Elektroda Las	22
Gambar 2.8 Elektroda Terbungkus.....	25
Gambar 2.9 Grafik Kurva Tegangan-Regangan Baja Karbon Rendah	29
Gambar 2.10 Diagram Fasa Fe-C	31
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Hasil Desain Perancangan Engine Stand Transmisi Kijang.....	39
Gambar 4.2 Tampak Depan.....	40
Gambar 4.3 Tampak Atas	41
Gambar 4.4 Tampak Samping.....	41
Gambar 4.5 Proses Pemotongan Dan Proses Pengelasan	44
Gambar 4.6 Jenis Dan Spesifikasi Elektroda Las SMAW	44
Gambar 4.7 Dudukan Transmisi	45
Gambar 4.8 Hasil Pemasangan Roda.....	46
Gambar 4.9 Hasil Pembuatan Dudukan Motor Listrik	46
Gambar 4.10 Pendempulan	47
Gambar 4.11 Pelapisan Dasar Dengan Poxy.....	48
Gambar 4.12 Cat Nippon	48
Gambar 4.13 Proses Pengecatan	48
Gambar 4.14 Setting Awal	49
Gambar 4.15 Setelah Pelapisan Cat Dasar	49
Gambar 4.16 Hasil Akhir Pembuatan Stand	50

Gambar 4.17 Hasil Akhir Engine Stand	50
Gambar 4.18 Pengujian Beban Pada Rangka	53
Gambar 4.19 Hasil Analisis Tegangan Beban Statis	53
Gambar 4.20 Perubahan (<i>Displacement</i>) PadaRangka	54
Gambar 4.21 Persentase Perubahan	55
Gambar 4.22 Hasil Analisis Kedudukan Motor Listrik	56
Gambar 4.23 Perubahan (<i>Displacement</i>) PadaRangka	57
Gambar 4.24 Persentase Perubahan	58

BAB I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dalam kegiatan belajar mengajar diharapkan peserta didik dapat menerima ilmu yang telah disampaikan oleh pendidik. Identifikasi bahwa peserta didik telah menerima ilmu dan memahaminya dapat dilihat dari hasil belajar. Dalam penyampaian sebuah materi akan lebih baik jika menggunakan sebuah media pembelajaran sebagai perantara yang dikaitkan langsung dengan kehidupan nyata, apalagi hal ini berhubungan dengan bidang teknik. Tentunya penggunaan media pembelajaran sangat di butuhkan dan di anjurkan dalam penyampaian materi oleh pendidik dengan harapan peserta didik akan lebih mudah menyerap ilmu dan memahami dengan maksimal. Selain itu pembuatan media trainer ini akan meningkatkan kualitas proses pembelajaran.

Rangka merupakan salah satu bagian penting pada mobil yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan atau memikul beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakan di atas rangka. Oleh karena itu setiap konstruksi rangka harus mampu untuk menahan semua beban dari kendaran. Sedangkan untuk chasis adalah merupakan satu bagian dari kendaraan, atau dengan kata lain adalah bagian yang tinggal bila bodi mobil dilepaskan keseluruhannya.

Chasis itu sendiri terdiri dari rangka, mesin, pemindah tenaga, sistem kemudi, sistem suspensi, sistem rem dan kelengkapan lainnya.

Dengan uraian di atas maka akan dibuat media pembelajaran dalam hal ini adalah sistem pemindah tenaga toyota kijang dengan perancangan rangka yang di buat sebaik mungkin. Rangka akan di rancang dengan ringkas dan kuat untuk menopang beban yang akan di berikan. Rangka akan di gunakan untuk penempatan dari sistem transmisi hingga gardan dari toyota kijang.

Material rangka akan menggunakan baja karbon renda jenis AISI 1020. Baja AISI 1020 adalah baja karbon rendah yang memiliki harga jual murah dibandingkan baja karbon sedang, baja karbon tinggi, dan baja paduan. Material ini digunakan sebagai bahan kontruksi umum. Baja AISI 1020 mempunyai keuletan tinggi dan mudah dibentuk, tetapi kekerasannya rendah. Produk baja ini biasanya berbentuk pipa dengan permukaan halus (seamless steel) dan digunakan dalam sistem boiler dalam suhu 300 °C, dan tenaga pembangkit pada pipa uap panas.

Dengan keterangan mengenai AISI 1020 tersebut, maka pembuatan rangka akan menggunakan jenis baja karbon tersebut.

1.2 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan trainer pemindah tenaga ini saya akan berfokus pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Berfokus pada pembuatan perancangan dan analisa faktor keamanan dari material AISI 1020 dengan *software solidworks 2014*.

2. Tidak membahas tentang transmisi dan mesin penggerak.

1.3 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang dan identifikasi masalah serta pembatasan masalah, maka rumusan masalah yang akan di bahas adalah :

1. Bagaimana merancangan rangka untuk penempatan transmisi dan gardan kijang yang tepat menggunakan *software solidworks 2014* ?
2. Bagaimana proses pembuatan stand?
3. Bagaimana analisa faktor keamanan (*safety factor*) pada rancangan stand menggunakan *software solidworks 2014*?

1.4 Tujuan

1. Mengetahui cara merancang pola rangka yang tepat untuk sistem pemindah tenaga kijang dengan menggunakan *solidworks 2014*
2. Mengetahui proses pengelasan dan perancangan stand
3. Mengetahui perancangan dan analisa faktor keamanan menggunakan *solidworks 2014*

1.5 Manfaat

1.5.1 Manfaat Untuk Universitas

1. Untuk kelengkapan media praktikum yang belum ada.
2. Sebagai sarana penunjang kegiatan praktikum.
3. Mempunyai materi pembelajaran yang baru terutama sistem pemindah tenaga pada mobil.

1.5.2 Manfaat Untuk Diri Sendiri

1. mengetahui proses pembuatan media praktikum stand sistem pemindah tenaga.
2. meningkatkan pengetahuan dan keterampilan menggunakan *software solidworks 2014*.

1.5.3 Manfaat untuk mahasiswa

1. Sebagai sarana pembelajaran praktikum untuk mahasiswa.
2. Sebagai sarana penunjang kegiatan praktikum.

BAB II

Dasar Teori

2.1 Perancangan

2.1.1 Perencanaan dan Gambar Teknik

Perencanaan produksi suatu produk merupakan bagian yang sangat besar dan sangat menentukan kualitas produk. Perencanaan merupakan kegiatan awal dari rangkaian kegiatan sampai ke proses pembuatan produk sehingga dalam tahap ini juga ditentukan apa yang harus dilakukan dan bagaimana cara melakukannya termasuk merencanakan tahapan pembuatan produk agar mendapatkan kualitas yang bagus juga ditentukan disini, apabila pada tahap perencanaan sudah ditentukan kemudian dilanjutkan ketahap perancangan, dimana pada tahap perancangan akan dimulai dengan eksplorasi bentuk desain. Sedangkan untuk proses desain itu sendiri adalah kemampuan untuk menggabungkan gagasan, prinsip-prinsip ilmiah, sumber daya, dan sering produk yang telah ada dalam penyelesaian suatu masalah, kemampuan untuk menyelesaikan masalah dalam desain ini merupakan hasil pendekatan yang terorganisasi dan teratur atas masalah tersebut (Giesecke et al., 1999: 6).

Menurut Harsokusoerno (1999: 2) gambar hasil rancangan produk adalah hasil akhir proses perancangan dan sebuah produk barulah dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya, gambar rancangan produk

berupa gambar teknik yang dibuat pada kertas dua dimensi yang distandarkan. Dalam bentuk modern, gambar rancangan produk berupa informasi digital yang disimpan dalam memori komputer.

2.1.2 Perancangan

Menurut Harsokusoerno (1999:2) perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Sedangkan untuk Perancangan juga adalah penentuan akhir ukuran yang dibutuhkan untuk membentuk struktur atau komponen sebagai suatu keseluruhan dalam menentukan konstruksi sesungguhnya yang dapat dikerjakan. Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah masalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser.

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil,

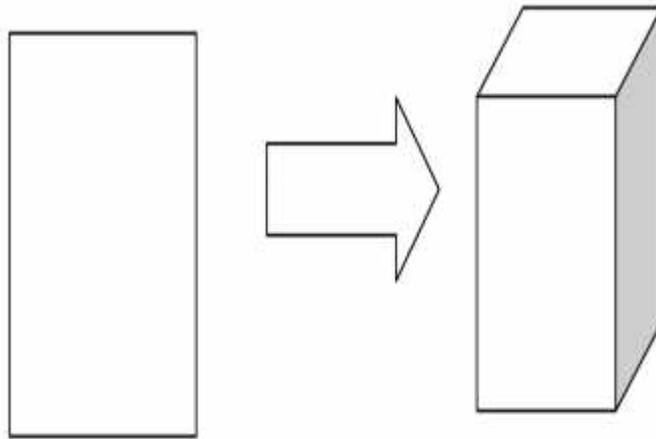
sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemilihan bahan.

Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain :

- Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan.
- Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah.
- Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
- Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba-tiba.

2.1.3 Metode Pembentukan Model 3D solid dari 2D

Metode yang paling umum untuk membentuk 3D solid dari gambar 2D adalah dengan cara meng-*extrude* suatu profil yang terletak pada sebuah bidang datar 2D. Dengan demikian gambar 2D yang semula terletak pada bidang datar tersebut sekarang mempunyai tebal dan menjadi model 3D solid.



Gambar 2.1 Extrude

Gambar 2D yang ada dibentuk menjadi solid, bisa berasal dari file yang telah dibuat oleh CAD (*softcopy*). Tidak ada perbedaan dalam proses pembentukan dari model *solid* dari bentuk kedua sumber tadi. Sampai saat ini beberapa CAD berbasis Pc dapat membentuk model 3D *solid* dari bentuk geometri, kemudian diberi ketebalan secara manual. Sedangkan beberapa fitur lain yang ada pada model tersebut (seperti lubang, *fillet*, dan sebagainya) ditambahkan kemudian pada model dasar *solid* tadi dengan operasi *boolean* atau operasi *feature*.

2.2 Sifat – sifat material

Secara garis besar material mempunyai sifat-sifat yang mencirikannya, pada bidang teknik mesin umumnya sifat tersebut dibagi menjadi tiga sifat. Sifat –sifat itu akan mendasari dalam pemilihan material, sifat tersebut adalah:

- Sifat mekanik
- Sifat fisik
- Sifat teknologi

Dibawah ini akan dijelaskan secara terperinci tentang sifat-sifat material tersebut

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulur, kekeuatan leleh dan sebagainya.

Sifat-sifat mekanik material yang perlu diperhatikan:

- Tegangan () yaitu gaya diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Regangan () yaitu besar deformasi persatuan luas.
- Modulus (E) elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.

- Kekuatan luluh (σ_y) yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- Kekuatan tarik (σ_u) adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.

2. Sifat Fisik

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material. Sifat fisik material antara lain : temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik.

Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik. Dengan adanya perlakuan fisik akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru.

3. Sifat Teknologi

Selanjutnya sifat yang sangat berperan dalam pemilihan material adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran. Sifat-sifat teknologi diantaranya sifat mampu las, sifat mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk. Sifat material terdiri dari sifat mekanik yang merupakan sifat material terhadap pengaruh yang berasal dari luar serta sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi yang dikandung oleh material itu sendiri. Bahan lebih lengkap mengenai sifat material dapat.

2.3 Konsep Tegangan –Regangan

Pada dasarnya tegangan dapat didefinisikan sebagai besaran gaya yang bekerja pada suatu satuan luas. Dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Tegangan ()} = \frac{F}{A}$$

Dimana :

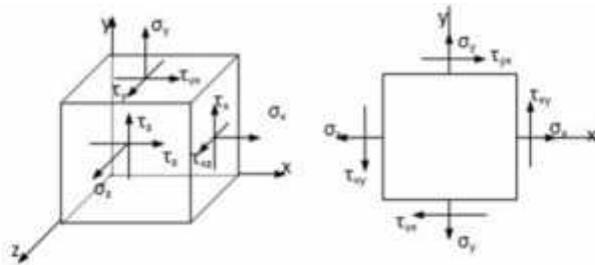
 : Tegangan (N/m²)

F : Gaya yang bekerja (N)

A : Luas bidang (m²)

Pada suatu bidang yang dikenai suatu gaya akan terdapat dua jenis tegangan yang mempengaruhi bidang tersebut, yaitu tegangan normal dan tegangan geser.

Tegangan normal adalah tegangan yang tegak lurus terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya aksial dan momen lentur. Sedangkan tegangan geser adalah tegangan yang sejajar terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya geser, gaya puntir dan torsi. Bila benda tersebut mendapat gaya tersebut maka akan menghasilkan tegangan pada material benda tersebut.



Keterangan :

σ_x = tegangan normal yang bekerja pada bidang x

σ_y = tegangan normal yang bekerja pada bidang y

σ_z = tegangan normal yang bekerja pada bidang z

τ_{xy} = tegangan geser yang bekerja pada bidang normal x dalam arah y

τ_{xz} = tegangan geser yang bekerja pada bidang normal x dalam arah z

τ_{yx} = tegangan geser yang bekerja pada bidang normal y dalam arah x

τ_{yz} = tegangan geser yang bekerja pada bidang normal y dalam arah z

Gambar 2.2 Tegangan Yang Bekerja Pada Satu Bidang

Suatu tegangan normal, secara matematis dapat didefinisikan sebagai:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ : Tegangan Normal (N/m^2)

F : Gaya yang bekerja tegak lurus terhadap potongan (N)

A : Luas bidang (mm^2)

Tegangan normal terbagi menjadi dua macam yaitu tegangan tarik dan tegangan tekan. Tegangan tarik adalah tegangan normal yang menghasilkan suatu tarikan (*tension*) pada permukaan suatu benda, sehingga menimbulkan tegangan pada benda. Sedangkan tegangan tekan adalah tegangan normal yang menghasilkan suatu dorongan (*compression*) pada permukaan benda yang mendapat tegangan.

Komponen lain dari intensitas gaya yang bekerja sejajar dengan bidang dari luas elemen adalah merupakan tegangan geser yang dilambangkan dengan τ , yang secara matematis didefinisikan sebagai :

$$\tau = \frac{V}{A}$$

Dimana :

τ : Tegangan geser (N/m²)

V : Komponen yang sejajar dengan bidang elementer (N)

A : Luas bidang (mm²)

Regangan dinyatakan sebagai pertambahan panjang per satuan panjang, tegangan pada suatu titik dihitung setelah regangan diukur. Hukum Hooke menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan regangan, dimana semakin besar tegangan yang didapat maka semakin besar regangannya.

Secara sistematis, regangan dapat ditulis sebagai:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dimana :

ε : Regangan

ΔL : Pertambahan panjang total (mm)

L : Panjang mula-mula (mm)

Hubungan tegangan dan regangan dapat ditulis sebagai :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana :

E : Modulus elastisitas (Gpa)

σ : Tegangan Normal (N/mm²) (Mpa)

ε : Regangan

2.4 SolidWorks

Program *solidworks* merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan analisa kekuatan. Program tersebut dapat membantu kita dalam membuat desain. Dengan demikian, selain biaya yang dikeluarkan berkurang, waktu market dari benda pun dapat dipercepat. *SolidWorks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Parameter mengacu pada kendala

yang nilainya menentukan bentuk atau geometri dari model atau perakitan. Parameter dapat berupa parameter *numerik*, seperti panjang garis atau diameter lingkaran, atau parameter geometris, tangen paralel, paralel konsentris, horizontal atau vertikal, parameter (Prabowo, 2009).

Program ini relatif lebih mudah digunakan dibandingkan program-program sejenisnya. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *SolidWork* juga bisa digunakan untuk menggambar 2D dari komponen tersebut dan bisa di konversi ke format *dwg* yang dapat dijalankan pada program CAD. Dibawah ini adalah contoh gambar tampilan dari *SolidWork* 2014.



Gambar 2.3 Tampilan *Solidworks*



Gambar 2.4 Tampilan *SolidWork* 2014.

SolidWorks merupakan software yang digunakan untuk membuat produk dari yang sederhana sampai yang rumit. File dari *SolidWorks* ini bisa diekspor ke *software* analisis seperti *Ansys* dan *FLOVENT*. Desain yang telah dibuat dapat juga dianalisis dan disimulasikan sesuai keinginan. Tampilan *SolidWorks* tidak jauh berbeda dengan tampilan *software* lainya dan *SolidWorks* menyediakan 3 *template* utama yaitu :

- a) *Part* adalah sebuah object 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah part bisa menjadi sebuah komponen pada suatu assembly, dan juga bisa digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. *Extension* file untuk *part SolidWorks* adalah SLDPRT.
- b) *Assembly* adalah sebuah dokumen dimana *part, feature* dan *assembly* lain (*sub Assembly*) dipasangkan/disatukan bersama. *Extension* file untuk *SolidWorks Assembly* adalah SLDASM.

2.5 Inovasi

Inovasi adalah suatu penemuan baru yang berbeda dari yang sudah ada atau yang sudah dikenal sebelumnya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, berupa gagasan, metode, atau alat. Menurut Undang-Undang No. 18 tahun 2002, Inovasi adalah kegiatan penelitian, pengembangan, dan atau perekayasaan yang bertujuan mengembangkan penerapan praktis nilai dan konteks ilmu pengetahuan yang baru,

atau cara baru untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada ke dalam produk atau proses produksi.

2.6 Desain Produk

Desain produk adalah proses menciptakan produk baru yang akan dibuat. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia dikatakan bahwa desain sepadan dengan kata perancangan. Namun demikian, kata merancang/rancang atau rancang bangun yang sering disepadankan dengan kata desain, ini nampaknya belum dapat mengartikandesain secara lebih luas. Pengertian desain dapat dilihat dari berbagai sudut pandang dan konteksnya. Desain juga dapat merupakan pemecahan masalah dengan suatu target yang jelas (Archer, 1965). Sedangkan menurut Alexander (1963) desain merupakan temuan unsur fisik yang paling objektif.

2.7 Analysis

Pengertian dan definisi Analisa atau Analisis, adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk dikaji lebih lanjut. Selain itu ada beberapa ahli pula yang memberikan pengertian analysis menurut sudut pandang mereka. Seperti pengertian analysis menurut Anne Gregory, menurutnya analysis merupakan bagian awal dari sebuah perencanaan.

2.8 Pengertian Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya. Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran. Membuat Lapisan las pada perkakas mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam –macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu didalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan. Cara

ini pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

2.8.1 Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).



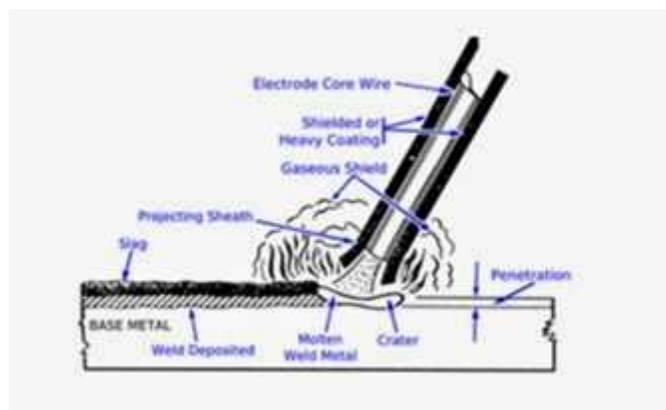
Gambar 2.5 Mesin Las SMAW

Panas yang dihasilkan dari lonjakan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000 derajat C sampai 4500 derajat C. Sumber tegangan yang

digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam yaitu AC (Arus bolak balik) dan DC (Arus searah).

Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.

Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan $1,5 \times$ diameter elektroda yang dipakai.



Gambar 2.6 Las SMAW

Pada Mesin Las SMAW Arus DC terdapat dua Polaritas yaitu :

1. Polaritas Lurus (DCSP)
2. Polaritas Balik (DCRP)

2.8.2 Pengertian Elektrode (Kawat Las)



Gambar 2.7 Elektroda las

Elektroda yang biasa kita sebut kawat las adalah benda yang di gunakan untuk melakukan pengelasan listrik. Busur nyala timbul ketika ujung kawat las sebagai pembakar bersinggungan dengan logam pengelasan. Secara umum Elektroda bisa dibedakan 2 kelompok yaitu:

- Elektroda terbungkus
- Elektroda polos

➤ Elektroda Terbungkus

Elektroda terbungkus adalah bahan inti kawat yang dilapisi salutan (*flux*) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan. Kawat las SMAW yang biasa kita pakai sehari-hari adalah termasuk elektroda terbungkus. Elektroda ini terdiri dari dua bagian dengan fungsi yang berbeda, yaitu:

1. Bagian Inti Elektroda, yang berfungsi:

- Sebagai penghantar arus listrik.
- Sebagai bahan tambah

Untuk bahan, inti elektroda dibuat dari logam *ferro* dan *non ferro*, seperti baja karbon, baja paduan, aluminium, kuningan dan lain-lain.

2. Bagian Salutan Elektroda, yang berfungsi:

- Untuk memberikan gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair.
- Membentuk lapisan terak, yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pendinginan.
- Mencegah proses pendinginan agar tidak terlalu cepat. Memudahkan penyalaan.
- Mengontrol stabilitas busur.

Flux / Salutan adalah bagian yang melapisi inti kawat las yang terbuat dari campuran bahan kimia khusus dengan persentase yang berbeda-beda untuk tiap jenis elektroda. Jenis bahan kimia pembuat flux misalnya selulosa, kalsium karbonat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silikon, besi mangan dan sebagainya.

Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destruksi, semprot atau celup. Tebal selaput berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput. Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut mencair dan menghasilkan gas CO_2 yang melindungi cairan las, busur listrik dan sebagian benda kerja terhadap udara luar.

Udara luar yang mengandung O_2 dan N akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las. Cairan selaput yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas. Salutan pada elektroda yang telah dibuka dari bungkusnya, harus disimpan di dalam kabinet pemanas atau oven dengan suhu 15 derajat lebih tinggi dari suhu udara luar, sebab lapisan tersebut sangat peka terhadap kelembaban. Apabila dibiarkan lembab, maka akan menyebabkan hal-hal sebagai berikut:

- Salutan mudah terkelupas, sehingga sulit untuk dinyalakan
- Percikan yang berlebihan
- Busur tidak stabil
- Asap yang berlebihan

Kawat Las atau sebutan lain Elektroda bisa dibedakan bermacam-macam tergantung cara penggunaan dan jenis material yang dilas, antara lain:

- Elektroda Baja Lunak
- Elektroda Nikel
- Elektroda Aluminium
- Elektroda Besi Tuang
- Dan lain-lain

Yang akan di gunakan pada peroses pengerjaan ini adalah elektroda untuk baja lunak yang sering kita temui di lapangan.



Gambar 2.8 Elektroda Terbungkus

Pada dasarnya jenis inti kawat elektroda baja lunak terbuat dari bahan yang sama, perbedaannya terletak pada jenis selaputnya(flux). Berikut adalah beberapa jenis elektroda yang umum dipakai:

1. E 6010 dan E 6011

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput selulosa yang dapat dipakai untuk pengelesan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pekerjaan dengan pengujian Radiografi. Selaput selulosa dengan kebasahan 5% pada waktu pengelasan akan menghasilkan gas pelindung. E 6011 mengandung Kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC.

2. E 6012 dan E 6013

Kedua elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang. Keduanya dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, tetapi kebanyakan jenis E 6013 sangat baik untuk posisi pengelesan tegak arah ke bawah atau las *down*. Jenis E 6012 umumnya dapat dipakai pada ampere yang relatif lebih tinggi dari E 6013. E 6013 yang mengandung lebih banyak Kalium memudahkan pemakaian pada *voltage* mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pengelasan pelat tipis.

3. E 6020

Elektroda jenis ini dapat menghasilkan penembusan las sedang dan teraknya mudah dilepas dari lapisan las. Selaput elektroda terutama mengandung oksida besi dan mangan. Cairan terak yang terlalu cair dan mudah mengalir cocok untuk pengelasan datar tapi menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain misalnya posisi vertikal dan overhead.

4. Elektroda Selaput Serbuk Besi

Elektroda jenis ini antara lain: E 6027, E 7014, E 7018, E 7024 dan E 7028 mengandung serbuk besi untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambahnya persentase serbuk besi. Dengan adanya serbuk besi dan bertambah tebalnya selaput akan memerlukan ampere yang lebih tinggi.

5. Elektroda Hydrogen Rendah

Elektroda jenis ini antara lain: E 7015, E 7016 dan E 7018. Selaput elektroda jenis ini mengandung hydrogen yang rendah (kurang dari 0,5 %), sehingga deposit las juga dapat bebas dari porositas. Elektroda ini dipakai untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi, bebas porositas, misalnya untuk pengelasan bejana dan pipa yang bertekanan. Disamping itu penggunaan elektroda ini juga banyak dipakai di bengkel fabrikasi dan konstruksi.

Berdasarkan peraturan *American Welding Society* (AWS), Spesifikasi kawat las terbungkus untuk untuk *Mild Steel* diatur dalam AWS A5.1.

E = elektroda untuk jenis las SMAW

Dua digit pertama menunjukkan Kekuatan tariknya dalam kilo-pound-square-inch (Ksi)

- E6010 = kekuatan tarik nya 60 ksi, (60000 psi),
- E7018 = kekuatan tarik nya 70 ksi, (70000 psi),

Digit ketiga adalah Posisi pengelasan

- Exx1x – untuk semua posisi
- Exx2x – untuk posisi flat dan horizontal
- Exx3x – hanya untuk posisi flat

Digit keempat adalah

- Jenis salutan
- Penetrasi busur
- Arus las
- serbuk besi (%)

Contoh : Elektroda E6010

- E = Elektroda
- 60 = Kekeuatan Tarik
- 1 = Posisi Pengelasan
- 10 = tipe coating dan arus

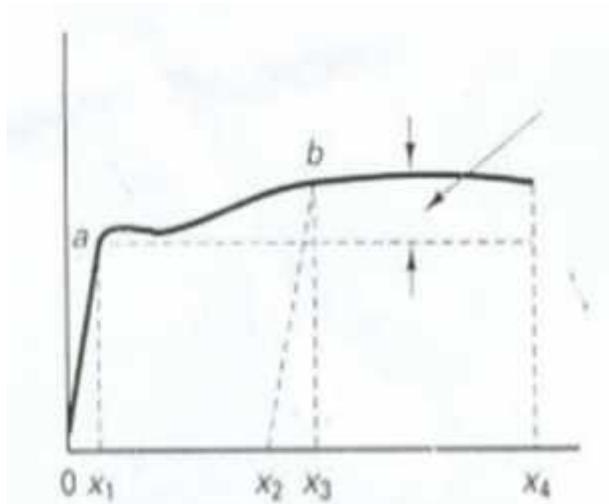
2.9 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur penguat dalam struktur baja.

Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya. Menurut pendefinisian ASM handbook vol.1:148 (1993), baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimiakarbon dalam baja yakni sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah (Low Carbon Steel)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Pada umumnya baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, bodi mobil, dan lain-lainya.



Gambar 2.9 Grafik Kurva Tegangan-Regangan Baja Karbon Rendah

2. Baja Karbon Sedang (Medium Carbon Steel)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C. Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis

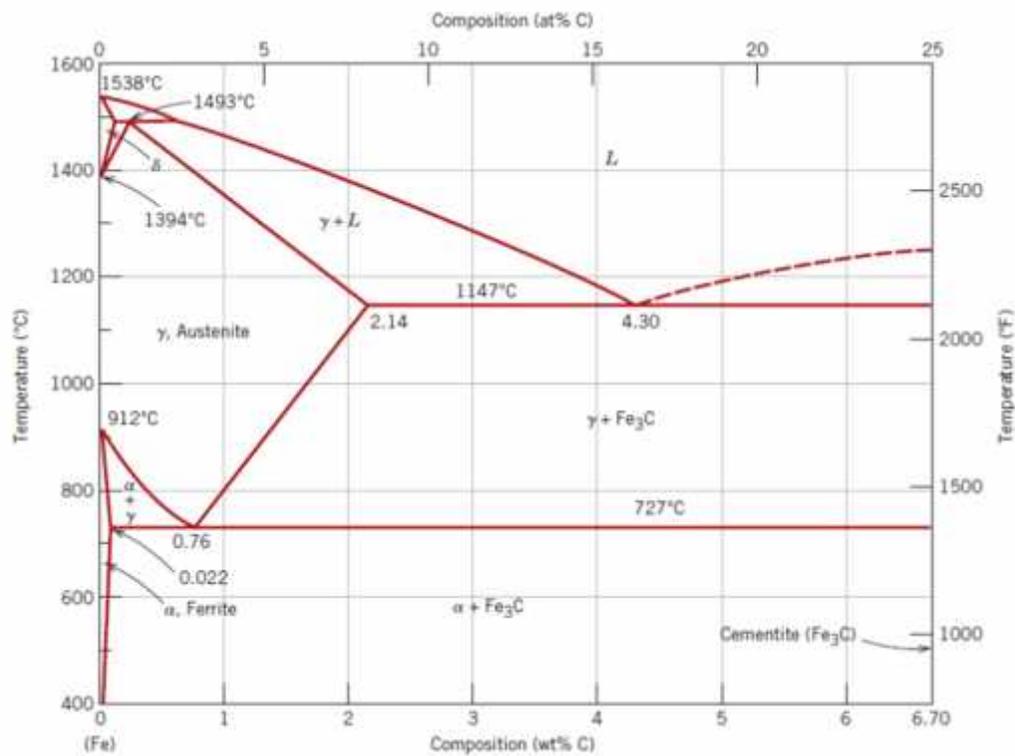
yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan 11memberikan perlakuan panas (heat treatment) yang sesuai. Baja karbon sedang biasanya digunakan untuk pembuatan poros, rel kereta api, roda gigi, baut, pegas, dan komponen mesin lainnya.

3. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel)

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Dalam pengaplikasiannya baja karbon tinggi banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pembuatan kikir, pisau cukur, dan sebagainya.

2.9.1 Diagram Fasa Fe-C

Diagram fasa adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dengan kadar karbon, dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan. Diagram fasa Fe-C merupakan diagram yang menjadi parameter untuk mengetahui segala jenis fasa yang terjadi didalam baja, serta untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang terjadi di dalam baja paduan dengan berbagai jenis perlakuan.



Gambar 2.10 Diagram Fasa Fe-C

Berdasarkan gambar diagram fasa Fe-C dapat terlihat bahwa pada temperatur 727 °C terjadi transformasi fasa austenite menjadi fasa perlit. Transformasi fasa ini dikenal sebagai reaksi eutectoid, dimana fase ini merupakan fase dasar dari proses perlakuan panas pada baja. Kemudian pada temperatur 912 °C hingga 1394 °C merupakan daerah besi gamma (γ -Fe) atau austenite, pada kondisi ini biasanya austenite memiliki struktur kristal FCC (*Face Centered Cubic*) bersifat stabil, lunak, ulet, dan mudah dibentuk. Besi gamma ini dapat melarutkan unsur karbon maksimum hingga mencapai 2,14% C pada temperatur 1147 °C. Untuk temperatur dibawah 727 °C besi murni berada pada fase ferit (α -Fe) dengan struktur kristal BCC (*Body Centered Cubic*), besi murni BCC mampu melarutkan karbon maksimumsekitar 0,02% C pada temperatur 727 °C.

Sedangkan besi delta (δ -Fe) terbentuk dari besi gamma yang mengalami perubahan struktur dari FCC ke struktur BCC akibat peningkatan temperatur dari temperatur 1394 °C sampai 1538 °C, pada fase ini besi delta hanya mampu menyerap karbon sebesar 0,05% C

2.9.2 PENOMORAN BAJA KARBON DAN BAJA PADUAN MENURUT SAE-AISI

Contoh dengan penjelasan:

Material SAE-AISI 1020

Dua digit pertama menunjukkan jenis baja seperti baja karbon, baja manganese, baja nickel, dll. Pada material SAE-AISI 1020, dua digit pertama menunjukkan angka 10. Sesuai tabel material sistem SAE-AISI, angka 10 berarti baja karbon.

Dua digit di belakang menunjukkan kandungan karbon dalam peratus persen atau seperseratus persen. Pada contoh dua digit di belakang menunjukkan angka 20. Oleh karena itu kandungan karbon yang ditambahkan sebesar 20/100% atau 0,20% (aktualnya 0,17-0,23% karbon).

Jadi dapat disimpulkan bahwa material SAE-AISI 1020 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,20%.

Contoh lain:

- Material SAE-AISI 1040 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,40%.
- Material SAE-AISI 1095 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,95%.

- Material SAE-AISI 1340 merupakan baja manganese dengan kandungan karbon 0,40%
- Pada contoh lain yang ketiga, ditunjukkan bahwa material SAE-AISI 1340 merupakan baja manganese dengan kandungan karbon 0,40%. Dua digit pertama menunjukkan angka 13, di mana itu merupakan penomoran untuk baja manganese dengan kandungan manganese 1,75%. Agar dapat mengetahui makna dari angka pada dua digit pertama, anda membutuhkan tabel material sistem SAE-AISI.

Contoh tambahan:

- Material SAE-AISI 2320 merupakan baja nickel dengan kandungan karbon 0,20%.
- Material SAE-AISI 4140 merupakan baja chromium molybdenum dengan kandungan karbon 0,40%.

Unsur	Jumlah Persentase (%)
Karbon, C	0,17 - 0,230%
<i>Iron, F</i>	99,08 - 99,53%
<i>Mangnese, M</i>	0,30 - 0,60%
<i>Phosphorus, P</i>	0,040%
Sulfur, S	0,05%

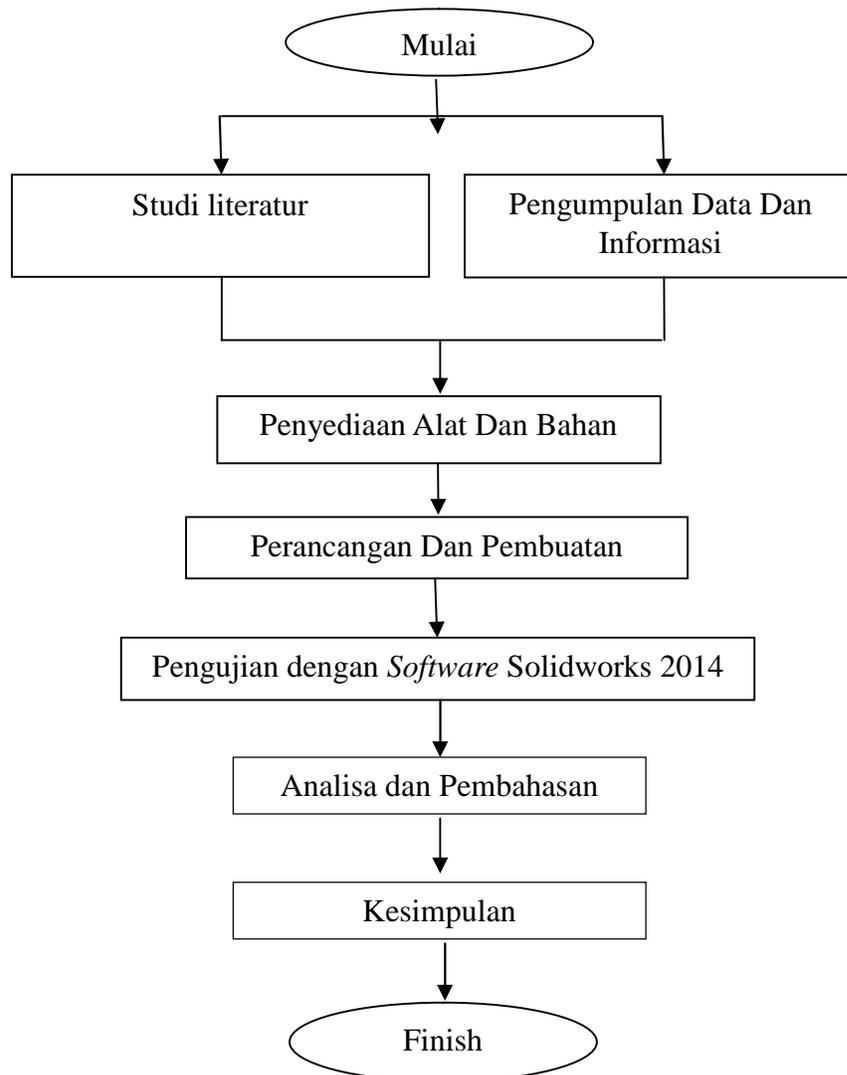
Tabel 2.1 Kandungan unsur pada AISI 1020

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut diagram alur dari beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.

3.2 Pengumpulan Data Dan Informasi.

Pengumpulan data dan informasi di sini yang di maksud adalah mencari literatur-literatur danin formasi-informasi dan materi-materi yang akan mendukung dalam pembuatan, pengerjaan tugas akhir.

3.3 Tempat Dan MetodePerancangan

3.3.1 Tempat

Tempat yang akan saya gunakan untuk perakitan dan pembuatan rangka stand sistem pemindah tenaga mobil adalah bengkel Vokasi Teknik Otomotif dan manufaktur, dengan alasan dan pertimbangan sebagai berikut:

1. Lebih terjangkau;
2. Izin lebih mudah;
3. Peralatan khususnya kunci atau tools bengkel mencukupi;
4. Akses mudah;

3.3.2 Metode Prancangan

Mempersiapkan alat dan bahan

1. Memotong besi dan mengelas

Memotong besi dengan ukuran yang telah ditentukan (3mm,4x6cm).

Kemudian sambung besi menggunakan las dengan rangkai sesuai bentuk yang di rencanakan.

2. Membentuk plat

Mengukur plat besi tebal 5 mm untuk *bracket* sistem pemindah tenaga mobil.

3. Melubangi plat

Diberi tanda menggunakan pensil, dan melubangi plat sesuai dengan mal yang telah digambar dengan pensil, kemudian gambar dilubangi menggunakan bor.

4. Prangkaian objek

- a. Memotong besi siku sesuai dengan ukuran yang sudah di tentukan dengan gerinda atau gergaji.
- b. Mengelas besi siku sesuai rancangan yang sudah di tentukan.
- c. Memotong plat besi tebal 5 mm sesuai mal yang sudah di buat untuk bracket atau dudukan sistem transmisi mobil.
- d. Memotong plat sesuai ukuran untuk dudukan roda pada rangka.
- e. Memasang roda ukuran sedang pada rangka.
- f. Menggerinda halus rangka pada bekas las yang kurang rata dan kasar.
- g. Mendempul rangka, terutama pada bagian bekas las yang kurang rata, kemudian mengamplas sampai halus dan rata.
- h. Melakukan pengecatan, tahap pertama dengan lapisan dasar poxy, kemudian pengecatan dengan cat.

3.4 Alat Dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang di butuhkan untuk proses pembuatan *stand* yaitu adalah: gergaji, bor listrik, matabor, tang, obeng (+),(-), kunci ring, amplas, gerinda, pahat, palu, kunci pas, las listrik, elektroda, kompresor, *spray gun*.

3.4.2 Bahan

No.	Jenis Barang	Spesifikasi	Satuan	Jumlah
1.	Besi Siku	2 mm, 4x6 cm	Meter	4
2.	Plat besi	4 mm	Lembar	1
3.	Transmisi Kijang	4k	unit	1
4.	Motor listrik	½ hp	unit	1
5.	Sekrap	General	Buah	1
6.	Roda	General	Buah	4
7.	Gardan / <i>Defferential</i>	4k	unit	1
8.	Saklar Utama		Buah	1
9.	Poros	Unit	Buah	1
10.	Cat nippon	1	kg	1
11.	Dempul	¼	kg	1
12.	Elektroda	E6013	AWS	1 pack
13.	Epoxy	¼	kg	1
14.	Thinner	3	kg	3

Tabel 3.1 Bahan yang di gunakan pada pembuatan rangka

3.5 DesainRangkaMenggunakanSolidwork 2014

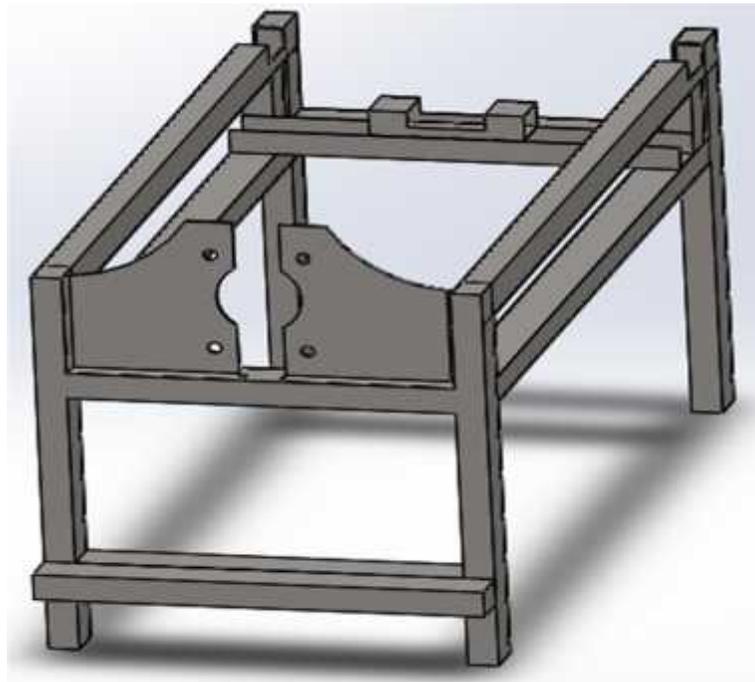
Dalam metode desain rangka stand di gunakan *software* Solidwork 2014. Tahap awal mendesain adalah menggambar dengan 2D, kemudian di ubah menjadi 3D menggunakan *Extrude* sesuai ukuran yang di tentukan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Engine Stand Transmisi Kijang

Dalam sebuah perancangan hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain alat yang berupa gambar. Desain didapat berdasarkan hasil observasi alat kemudian dimodifikasi sedemikian rupa sehingga mendapat hasil desain gambar yang baik. Desain gambar menggunakan *software Solidworks 2014*. Membuat desain 3D dengan menggunakan *software Solidworks 2014* sangat mudah, dimulai dari pembuatan gambar 2D, kemudian di *extruded* untuk menjadi tiga dimensi .

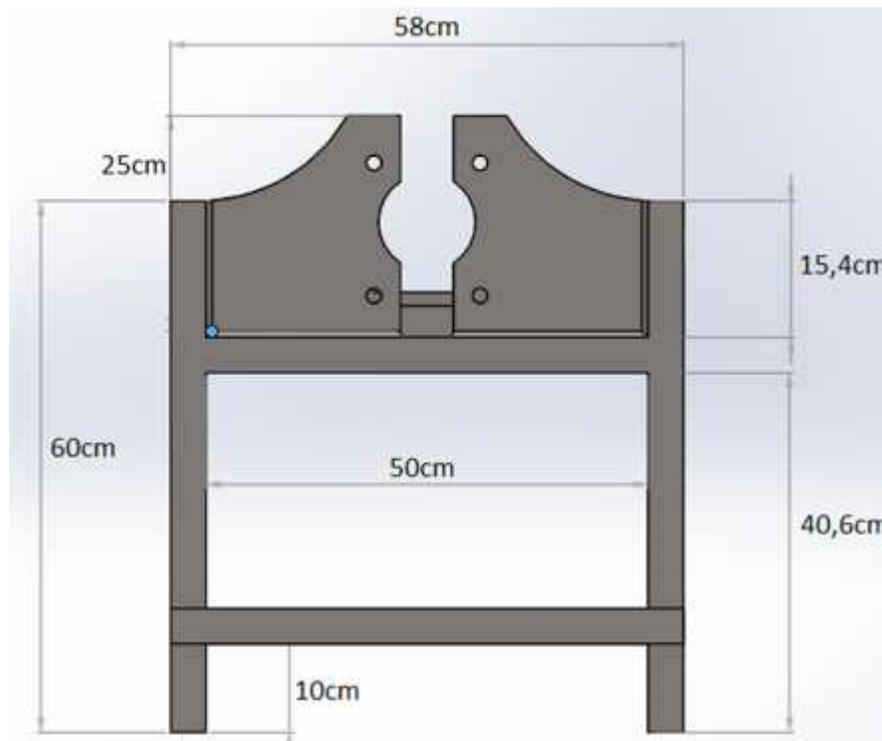


Gambar 4.1 Hasil Desain Perancangan Engine Stand Transmisi Kijang.

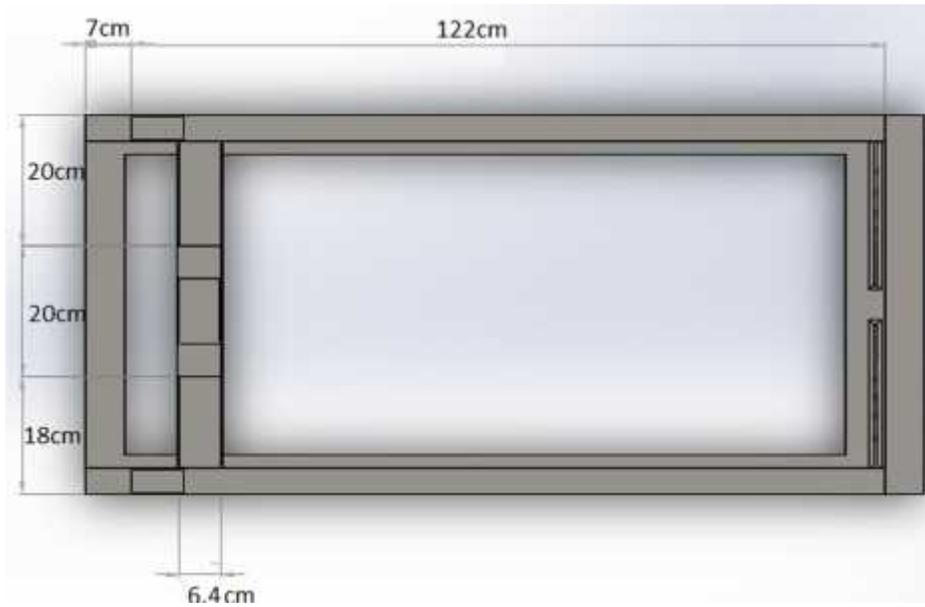
4.2 Desain Stand Dengan Menggunakan *Software Solidwork 2014*

Pembuatan desain gambar yang dibuat, dimulai dengan membuat gambar setiap komponen yang ada. Setiap komponen digambar 3D untuk menghasilkan gambar desain yang mudah untuk dipahami.

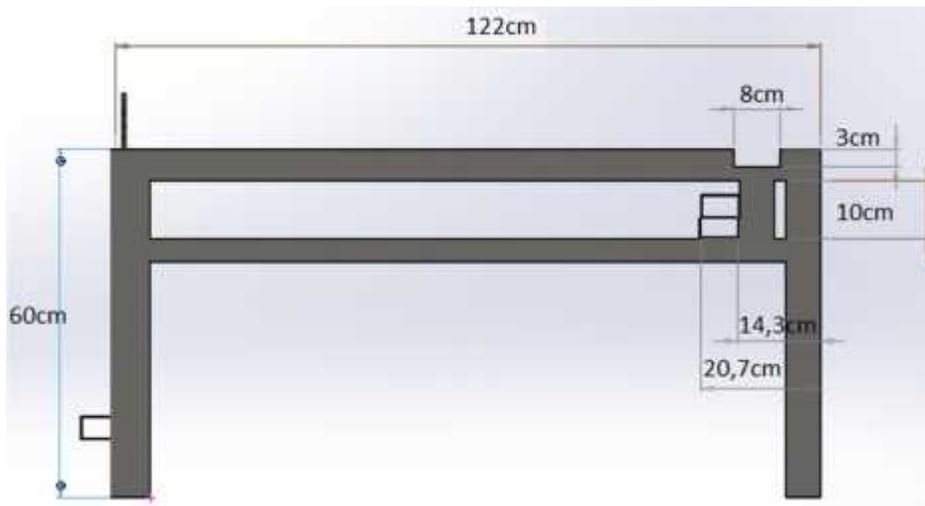
Setiap bagian di gambar sesuai ukuran yang sudah di tentukan agar sesuai dan mudah untuk kemudian di lakukan pengujian beban statis menggunakan simulasi pada *solidworks 2014*. Hasil dari pengujian akan di analisa agar mendapatkan kesimpulan. Gambar dan ukuran pada stand bisa di lihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.2 Tampak Depan



Gambar 4.3 Tampak Atas



Gambar 4.4 Tampak Samping

4.3 Proses Pembuatan Rangka Engine Stand

Pembuatan rangka engine stand dibagi menjadi beberapa bagian.

Pertama yaitu :

- a. Proses pemotongan besi siku sesuai dengan ukuran yang sudah di tentukan dengan gerinda atau gergaji.
- b. Proses pengelasan besi siku sesuai rancangan yang sudah di tentukan.
- c. Proses pemotongan plat besi tebal 5mm sesuai mal yang sudah di buat untuk *bracket* atau dudukan sistem transmisi mobil.
- d. Proses pemotongan plat sesuai ukuran untuk dudukan roda pada rangka.
Memasang roda ukuran sedang pada rangka.
- e. Proses pembuatan dudukan motor listrik.
- f. Proses menggerinda halus rangka pada bekas las yang kurang rata dan kasar.
- g. Proses pendempulan rangka, terutama pada bagian bekas las yang kurang rata, kemudian mengamplas sampai halus dan rata.
- h. Proses pengecatan, tahap pertama dengan lapisan dasar poxy, kemudian pengecatan dengan cat.

Proses pembuatan engine stand transmisi kijang dilakukan dilaboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.3.1 Proses Pemotongan Material dan Proses Penyambungan Atau Pengelasan

Pemotongan besi siku sesuai dengan ukuran yang di tentukan, matrial yang digunnakan adalah besi siku dengan ukuran 4cm x 6cm dengan ketebalan 2mm. Pemotongan dilakukan menggunakan mesin gerinda dan gergaji. Setelah proses pemotongan pada besi untuk pembuatan rangka dilakukan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengukuran ulang sebelum dilakuakn penyambungan atau dilakukan pengelasan untuk merakit rangka engine stand sesuai dengan ukuran, proses pemotongan dapat dilihat pada gambar 4.5.

Untuk menyambungkan besi yang sudah di potong sesuai ukuran yang di tentukan maka dilanjutkan dengan proses selanjutnya, yaitu penyambungan matrial dengan menggunakan las. Teknik pengelasan yang digunakan adalah las busur listrik atau SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Pada proses ini digunakan elektroda dengan ukuran $\varnothing 2,6 \times 350\text{mm}$, dan spesifikasi E6013. Spesifikasi elektroda bisa di lihat pada gambar 4.6

Digunakan jenis las tersebut karena akan lebih mudah di lakukan dan hasil penyambungan cukup kuat. Proses pengelasan dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Proses Pemotongan dan Proses Pengelasan



Gambar 4.6 Jenis dan Spesifikasi Elektroda Las SMAW

4.3.2 Proses Pembuatan Dudukan Transmisi

Proses pembuatan dudukan untuk transmisi kijang digunakan plat besi dengan tebal 5mm. Karena cukup kuat dan aman untuk menopang transmisi kijang, proses pembuatannya yaitu dengan cara mengukur dan memotong plat,

kemudian memberi pola yang di sesuaikan dengan transmisi kijang, kemudian di potong menyesuaikan pola yang di buat, pemotongan menggunakan gerinda untuk dan menyambungkan ke rangka di gunakan las SMAW. Hasil pembuatan dapat dilihat pada gambar 4.7 pada bagian yang dilingkari.



Gambar 4.7 Dudukan Transmisi

4.3.3 Proses Pemasangan Roda

Bahan yang digunakan adalah besi dengan ketebalam 2mm. Jenis besi sama dengan rangka utama. Cukup untuk menopang berat engine stand, proses pembuatan dilakukan dengan pemotongan plat dengan gerinda sesuai ukuran, kemudian di lubangki dengan bor untuk membaut roda, tahap selanjutnya adalah pengelasan dengan las listrik untuk di sambungkan ke kaki-kaki rangka untuk selanjutnya di pasang roda dengan diameter 4 inchi.



Gambar 4.8 Hasil Pemasangan Roda

4.3.4 Proses Pembuatan Dudukan Motor Listrik

Pada proses pembuatan dudukan motor listrik, digunakan material yang sama dengan rangka utama pada stand, karena cukup kuat dan mudah di sesuaikan dengan rangka utama. dapat dilihat pada gambar 4.9 pada bagian yang dilingkari.



Gambar 4.9 Hasil Pembuatan Dudukan Motor Listrik

4.3.5 Proses Pendempulan

Pendempulan di lakukan pada bagian sambungan las agar terlihat rapi, kemudian di amplas agar rata dan halus sebelum proses pengecatan.



Gambar 4.10 Pendempulan

4.3.6 Proses Pengecatan

Proses pengecatan di lakukan setelah selesai peroses pendempulan, lapisan pertama pengecatan, menggunakan epoxy primer untuk cat dasar, berfungsi untuk menutup pori-pori pada bidang yang akan di cat, selain itu juga sebagai tumpuan untuk finishing cat agar lebih melekat. setelah itu pengecatan menggunakan cat besi merk nippon dengan ukuran 1 liter untuk mengecat rangka. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.11, 4.12 dan 4.13.



Gambar 4.11 Pelapisan Dasar Dengan Poxy



Gambar 4.12 Cat Nippon



Gambar 4.13 Proses Pengecatan

4.3.7 Hasil Tahapan Pembuatan Engine Stand Transmisi Kijang.

Proses setting awal dudukan transmisi dan gardan toyota kijang setelah selesai tahap pemotongan dan pengelasan dapat di lihat pada gambar.



Gambar 4.14 Setting Awal

Proses pelapisan dasar cat dengan epoxy primer di lakukan setelah selesai proses pengelasan dan pendempulan. Dapat di lihat pada gambar.



Gambar 4.15 Setelah Pelapisan Cat Dasar

Hasil akhir stand setelah proses finishing, stand setelah di cat dan di setting dengan transmisi kijang dan motor listrik. Dapat di lihat pada gambar.



Gambar 4.16 Hasil Akhir Pembuatan Engine Stand

4.4 Hasil Akhir Pembuatan Engine Stand

Hasil akhir pengembangan dan pembuatan dapat dilihat pada gambar 4.17 berikut ini.



Gambar 4.17 Hasil Akhir Engine Stand

spesifikasi rangka :

- Diameter roda : 4 inchi
- Ukuran matrial rangka : 4 cm x 6 cm
- Tebal matrial rangka utama : 2 mm
- Panjang : 1220 mm
- Lebar : 580 mm
- Tinggi : 6000 mm

4.5 Biaya

Total rincian biaya yang di keluarkan untuk proses pembuatan rangka *engine* stand dapat di lihat pada tabel di bawah ini

No.	Nama bahan	Harga	Banyaknya	Jumlah
1	Besi Siku	150.000	3	450.000
2	Roda	65.000	1 set (4)	65.000
3	Plat Besi	50.000	1	50.000
4	Baut	500	24	12.000
5	Dempul ¼ kg	12.000	1	12.000
6	Cat 1kg	60.000	1	60.000
7	Epoxy ¼ kg	17.500	1	17.500
8	Thinner	20.000	3	60.000
9	Mata Grinda	10.000	5	50.000
10	Elektroda	130.000	1 pack	130.000
JUMLAH				906.500

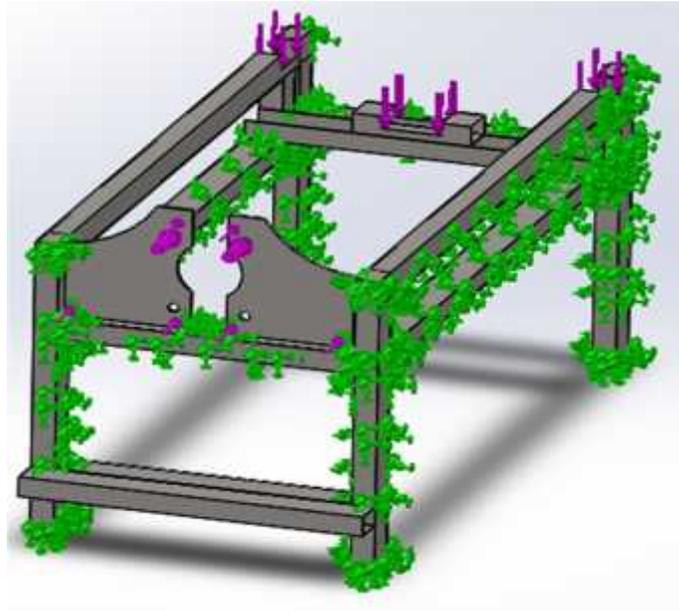
Tabel 4.1 Total Biaya Pembuatan

4.6 Analisis Tegangan Beban Statis Rangka Dengan Solidwork 2014

Analisis distribusi tegangan beban statis dilakukan terhadap rangka engine stand transmisi kijang yang akan dibuat prototipe menggunakan tipe *Von Misses Stress*. Analisis dilakukan untuk mengetahui kekuatan rangka engine stand terhadap beban statis untuk mengetahui kekuatan rangka, agar aman dan kuat untuk digunakan sebagai media pembelajaran atau praktek. Pembebanan terhadap rangka ditunjukkan pada anak panah yang berwarna merah muda dengan diasumsikan total berat dari sistem pemindah tenaga kijang adalah 78 kg atau setara dengan 765,18 Newton.

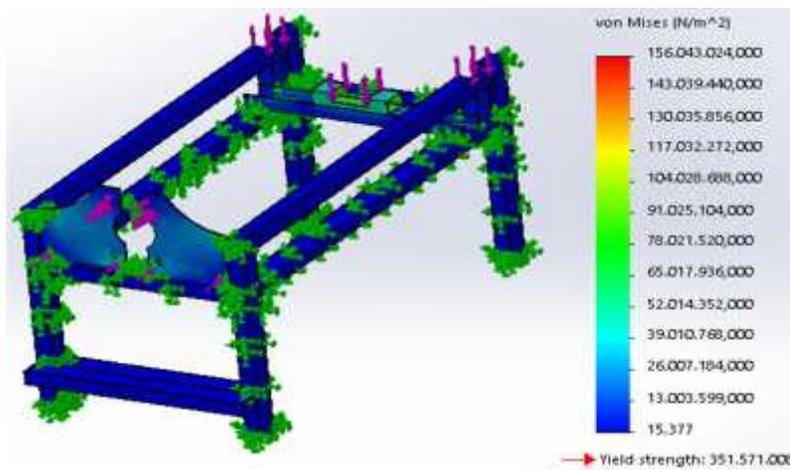
Material yang digunakan untuk membuat rangka engine stand adalah baja karbon rendah tipe AISI 1020. Dengan profil siku ketebalan 2mm, dan ukuran 6cm x 4cm. Berikut ini adalah data dari material yang digunakan dalam pengujian analisis distribusi tegangan beban statis.

- Berat jenis : 7900 (N/m³)
- *Modulus elastisitas* : 200 Gpa
- *Yield strength* : 351 Mpa
- *Ultimate strength* : 420 Mpa
- *Poisson's Ratio* : 0.29 N/A
- *Shear Modulus* : 77000 N/mm²
- *Tensile Strength* : 420.51 N/mm²
- *Thermal Conductivity* : 47 W/(m·K)
- *Specific Heat* : 420 J/(kg·K)



Gambar 4.18 Pengujian Pembebanan Pada Rangka.

Hasil simulasi pengujian analisis distribusi tegangan beban statis tipe *Von Mises Stress* yang telah dilakukan terhadap rangka *engine stand* ditunjukkan pada gambar 4.19



Gambar 4.19 Hasil Analisis Tegangan Beban Statis

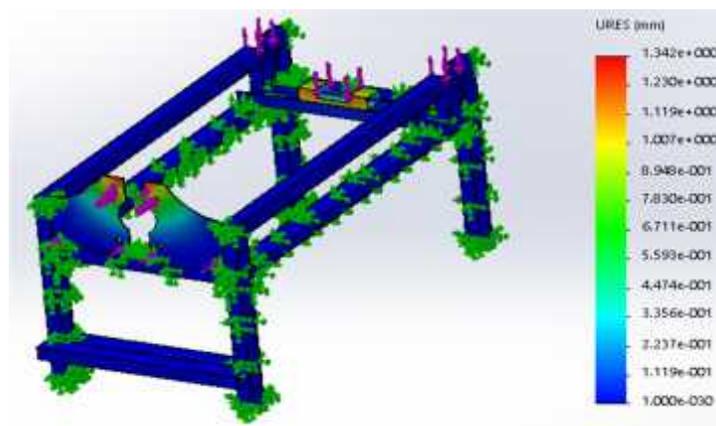
Analisis distribusi tegangan menggunakan *software Solidworks 2014*, ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum, dan warna biru pada tegangan minimum. Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 156,04 Mpa dan tegangan minimum sebesar 15,37 Mpa maka nilai perbandingan antara besar *yield strength* terhadap besar beban yang diberikan (*safety factor*) didapatkan perhitungan sebagai berikut :

$$Sf = \frac{351,6}{156,04}$$

$$Sf = 2,25$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai faktor keamanan lebih besar dari 1 sehingga disimpulkan bahwa material kuat untuk menahan beban saat digunakan. Jika hasil dari perhitungan *safety factor* adalah 1 atau kurang dari 1, material sudah mengalami *deformasi* atau patah. Karena tegangan maksimal sudah sebanding atau lebih besar dari *yield strength* material.

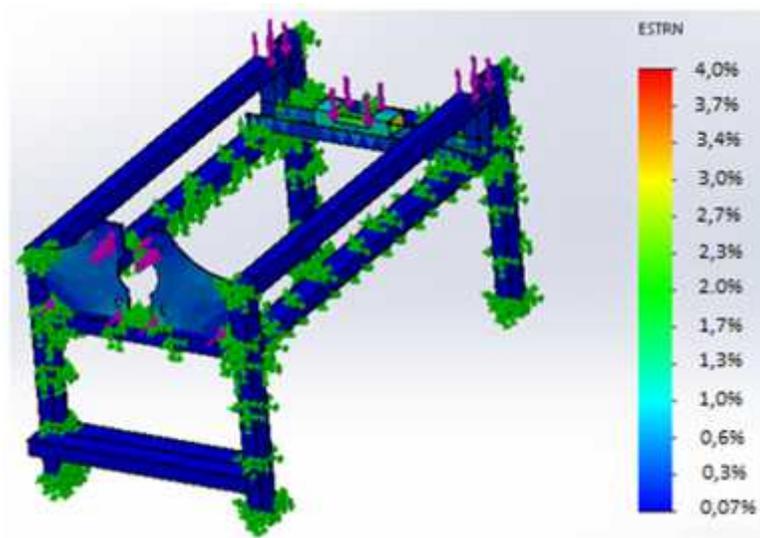
Besarnya perubahan material yang terjadi akibat beban yang diberikan (*displacement*) ditunjukkan pada gambar 4.20 berikut ini.



Gambar 4.20 Perubahan (*displacement*) Pada Rangka

Perubahan (*displacement*) maksimum sehingga terjadi deformasi plastis ditunjukkan dengan warna merah 1,34 mm dan perubahan minimum ditunjukkan dengan warna biru 0,001 mm. Dari analisis yang dilakukan, perubahan rangka yang di ijinan ketika di kenai beban yaitu dengan jarak *displacement* 0,44 mm. Pada daerah berwarna biru muda adalah daerah elastis. Sedangkan daerah berwarna hijau adalah daerah transisi elastis dan plastis. Pada daerah kuning material sudah bersifat plastis atau tidak dapat di kembalikan ke bentuk semula. Pada daerah merah material sudah mengalami *fractur* atau patah. Perubahan di atas 1 mm matrial akan patah. Hal ini menunjukkan bahwa material dan bentuk rangka yang akan dibuat dalam kategori aman.

Besarnya persentase perubahan (*strain*) yang terjadi pada rangka di tunjukkan pada gambar 4.21

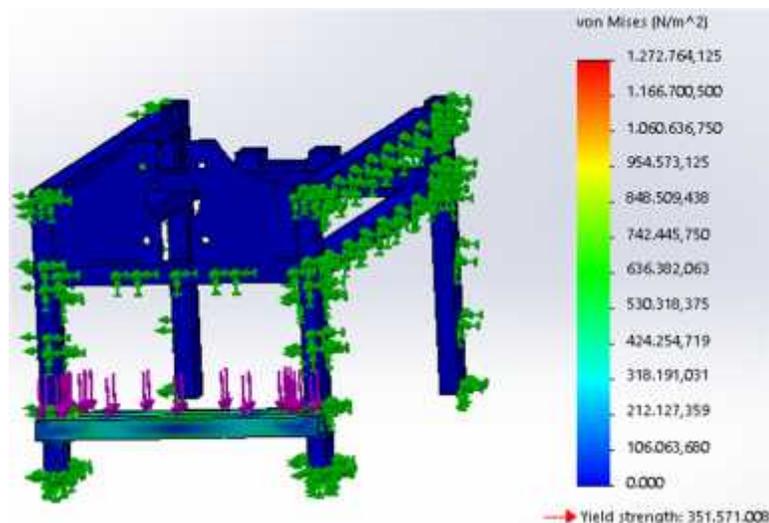


Gambar 4.21 Persentase Perubahan

Perubahan maksimum di tunjukkan pada warna merah dengan 4,0%, dan perubahan minimum di tunjukkan pada warna biru 0,07%. Dari analisa yang di lakukan, perubahan yang di ijinan berada pada persentase 1,3% pada warna biru muda mendekati hijau, jika perubahan melebihi 3,4% yang di tunjukan dengan warna merah, rangka akan mengalamu *crack* atau patah.

Analisis Tegangan Pada Dudukan Motor Listrik

Beban yang diterima atau dibebankan pada tempat kedudukan motor adalah 14 kg atau setara dengan 137,34 Newton. Titik berwarna hijau diasumsikan merupakan bagian yang diam dan panah ungu adalah arah dari beban. Hasil simulasi pengujian analisis distribusi tegangan beban statis tipe *Von Misses Stress* yang telah dilakukan terhadap dudukan tempat motor adalah ditunjukkan pada anak panah yang diberi beban yang dapat dilihat pada gambar 4.22 berikut ini.



Gambar 4.22 Hasil Analisis Kedudukan Motor Listrik

Analisis distribusi tegangan menggunakan *software Solidworks 2014*, ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum dan warna biru pada tegangan minimum.

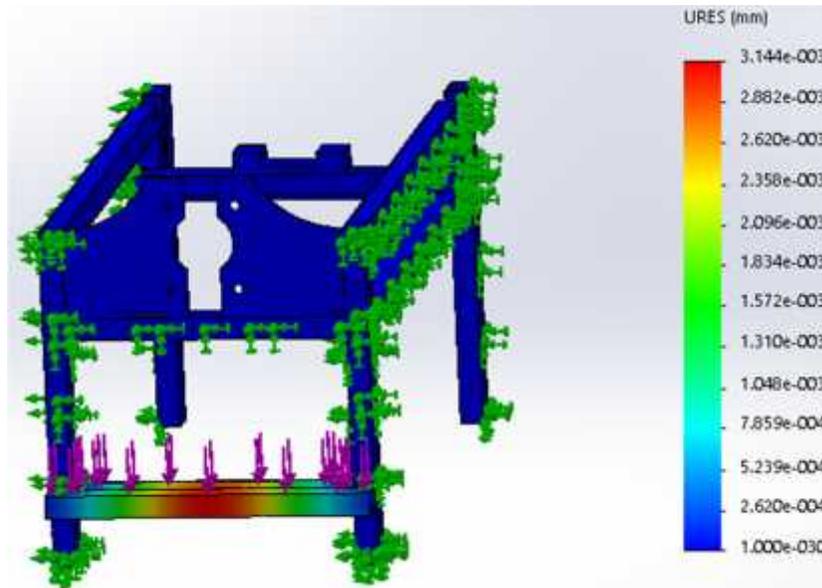
Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 1,27 Mpa dan tegangan minimum sebesar 0 Mpa, maka nilai perbandingan antara *besar yield strength* terhadap besar beban yang diberikan (*safety factor*) didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$SF = \frac{351,6}{1272}$$

$$SF = 0,27$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai faktor keamanan kurang dari angka 1 sehingga disimpulkan bahwa material kurang kuat untuk menahan beban saat digunakan. Jika hasil dari perhitungan *safety factor* adalah 1 atau kurang dari 1, material sudah mengalami *deformasi* atau patah. Karena tegangan maksimal sudah sebanding atau lebih besar dari *yield strength* material.

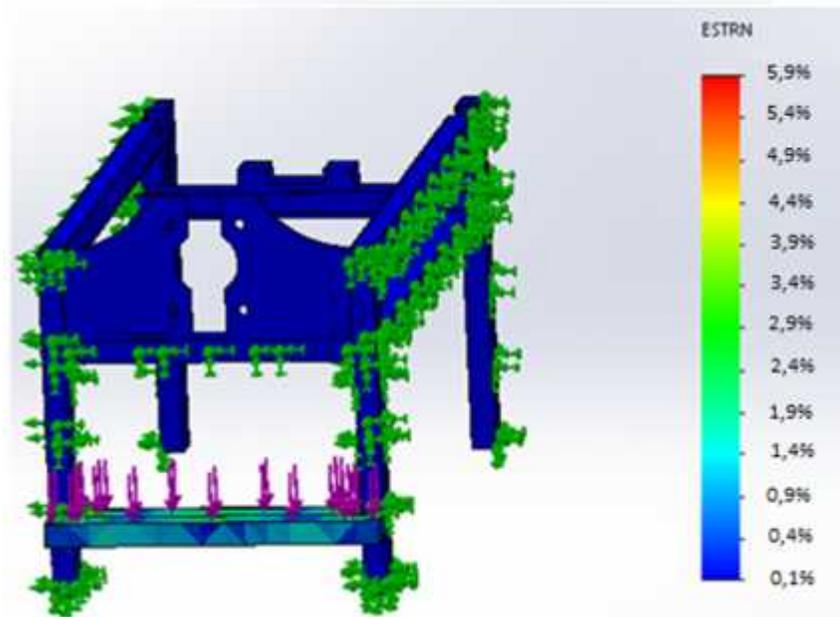
Besarnya perubahan material yang terjadi akibat beban yang diberikan (*displacement*) ditunjukkan pada gambar 4.23 berikut ini.



Gambar 4.23 Perubahan (*displacement*) Pada Rangka

Perubahan (*displacement*) maksimum sehingga terjadi deformasi plastis ditunjukkan dengan warna merah 3,14 mm dan perubahan minimum ditunjukkan dengan warna biru 0,001 mm. Dari analisis yang dilakukan, perubahan rangka yang rangka yang di ijinakan ketika di kenai beban yaitu dengan jarak displacement 0,78 mm. Pada daerah berwarna biru muda adalah daerah elastis. Sedangkan daerah berwarna hijau adalah daerah transisi elastis dan plastis. Pada daerah kuning matrial sudah bersifat plastis atau tidak dapat di kembalikan ke bentuk semula. Pada daerah merah material sudah mengalami *fractur* atau patah. Perubahan di atas 2 mm material akan patah. Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya material dan bentuk rangka yang akan dibuat dalam kurang aman.

Besarnya persentase perubahan (*strain*) yang terjadi pada rangka di tunjukkan pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Persentase Perubahan

Perubahan maksimum di tunjukkan pada warna merah dengan 5,9%, dan perubahan minimum di tunjukkan pada warna biru 0,1%. Dari analisa yang di lakukan, perubahan yang di ijinan berada pada persentase 1,4% pada warna biru muda mendekati hijau, jika perubahan melebihi 4,9% yang di tunjukan dengan warna merah, rangka akan mengalamu *crack* atau patah.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari uraian pembahasan Analisa Dan Perancangan Pembuatan Engine Stand Transmisi Kijang Dengan Menggunakan *Software Solidworks 2014* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan bahwa :

1. Perancangan yang tepat dan pemilihan material sangat berpengaruh pada hasil akhir dan faktor keamanan pada engine stand. Menggunakan baja karbon jenis AISI 1020 adalah baja karbon rendah dengan unsur karbon kurang dari 0,3%. Baja AISI 1020 mempunyai keuletan tinggi dan mudah dibentuk, tetapi kekerasannya rendah
2. Pengelasan berfungsi untuk menyatukan bahan logam dari rangka dengan cara mencairkan logam. Pengelasan menggunakan jenis SMAW atau las busur listrik dengan jenis elektroda E6013
3. Pengujian beban statis pada rangka stand dilakukan menggunakan simulasi *software solidworks 2014*. Hasil dari analisis yang sudah di lakukan dengan *Software SolidWorks 2014*, perancangan dan pembuatan dari beberapa bagian pada rangka engine stand, kuat untuk menahan beban statis dari transmisi dan gardan toyota kijang. Hasil perhitungan *safety factor* pada distribusi tegangan transmisi dan gardan memenuhi syarat di atas *critical*

safety factor dengan nilai 2,25. hasil perhitungan pada stand motor listrik belum memenuhi syarat *critical safety factor* yaitu dengan nilai 0,27 sehingga apabila motor listrik tersebut di paksakan untuk di pasang, material akan mengalami defotmasi plastis.

5.2. Saran

Dalam perancangan dan analisa ini masih jauh dari sempurna baik dari segi desain, penampilan dan hasil akhir. Adapun beberapa saran untuk langkah penyempurnaan sebagaiberikut :

- Sebelum melakukan pembuatan konstruksi, di haruskan untuk melakukan pemilihan bahan yang sesuai dengan metode perancangan.
- Perlunya penelitian yang lebih lanjut pada proses pengelasan untuk lebih mengetahui kekuatan sambungan las pada patrial.
- Diperlukan penelitian untuk memberikan ketahanan pada pengecatan untuk memberikan keawetan pada material bahan engine stand.
- Diperlukan pengetahuan lebih untuk proses finishing agar hasil tampilan akhir bisa lebih baik.
- Untuk pengembangan selanjutnya, pada stand perlu di perkuat pada dudukan motor listrik, karena menurut analisa kurang aman untuk menahan beban motor listrik.

Daftar Pustaka

Azom. 2012. AISI 1015 Carbon Steel (UNS G10150).

www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6579. (Diunduh pada 2 Mei 2016)

Gere, James M., and Timoshenko, Saaa P. 1989. Mekanika Bahan, Jakarta: Erlangga

Giesecke, Frederick E., et al. 2001. Gambar Teknik. Jakarta: Erlangga.

Haryono, Agung.dkk.2005.Media Pendidikan.Jakarta:PT Raja Grafindo Persada

Usman, M. Basyir.

Prof. Ir. Tatasudira MS. Met. E., and Prof. DR. Shinroku Saito. Pengetahuan Bahan Teknik.

<https://teknikforever.wordpress.com/2013/04/21/pengujian-tarik-pengujian-logam-teknik/> (Diunduh pada 7 April 2016)

<http://abdi94.blogspot.com/2014/06/pengujian-impact.html> (Diunduh pada 7 April 2016)

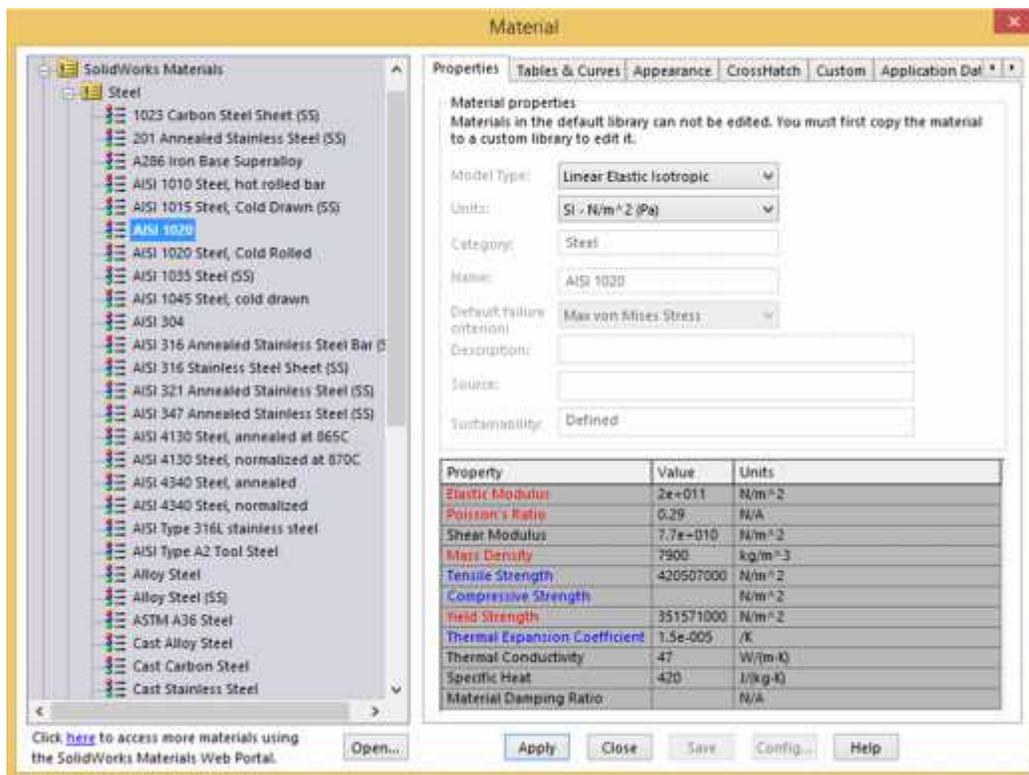
<http://tehnik-pengelasan.blogspot.com/2012/02/pengertian-pengelasan.html> (Diunduh pada 7 April 2016)

Tim penyusun. 2005. Kamus Besar Bahasa Indonesia (edisi ketiga). Jakarta : Balai Pustaka

Latuheru,D.J.1988. Media pembelejaraan dalam Proses Belajar Mengajar Masa Kini

LAMPIRAN

AISI 1020



Klasifikasi baja menurut AISI & SAE

Steel Alloy Type	Number	Description	Number	Properties	Applications
Carbon	10xx	plain 0.05-0.90% carbon steels	Low Carbon	1006-12 soft and plastic	Sheets, stripping, tubes, welding rivets, screws, nuts, structural shapes
	11xx	free cutting carbon steels		1015-22 soft and tough	
Manganese	13xx	1.75% Mn		1023-32 medium	
Nickel Steels	23xx	3.50% Ni			
	25xx	5.00% Ni			
Nickel-chromium	31xx	1.25% Ni and 0.65% Cr	Medium Carbon	1035-40	large section parts: forged parts, shafts, axles, rods, gears
	33xx	3.50% Ni and 1.57% Cr		1041-50	heat treated parts: shafts, axles, gears, spring wire
	303xx	Corrosion and heat resisting		1052-55	heavy duty machine parts: gears, forgings
Molybdenum	40xx	0.25% Mo, carbon-molybdenum	High Carbon	1060-70 shock resistant	dies, nails, set screws shear blades, hammers, wrenches, chisels, cable wire cutting tools: dies, milling cutters, drills, taps, etc.
	41xx	0.95% Cr, chromium-molybdenum		1074-80 tough and hard	
Nickel-chromium-moldb	43xx	1.82% Ni, 0.50% Cr, 0.25% Mo		1084-95	
	47xx	1.05% Ni, 0.45% Cr, 0.20% Mo			
	86xx	0.55% Ni, 0.50% Cr, 0.20% Mo			
	87xx	0.55% Ni, 0.50% Cr, 0.25% Mo			
	93xx	3.25% Ni, 1.20% Cr, 0.12% Mo			
	98xx	1.00% Ni, 0.80% Cr, 0.25% Mo			
Nickel-molybdenum	46xx	1.57% Ni, 0.20 Mo			
	48xx	3.50% Ni, 0.25% Mo			
Chromium	50xx	0.27-0.50% Cr, low chromium			
	51xx	0.80-1.05% Cr, low chromium			
	51xxc	1.02% Cr, medium chromium			
	52xxc	1.45% Cr, high chromium			
	514xx	corrosion and heat resisting			
Chromium-vanadium	61xx	0.95% Cr, 0.15% V			
Silicon-manganese	92xx	0.65-0.87% Mn, 0.83-2.00% Si			
Boron	xx8xx				
Lead	xxLxx				