



**PEMBUATAN RANGKA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA UNTUK
KAUM DIFABEL**

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



**Disusun Oleh :
DAVOSTYAN DANOVAN
NIM. 11509134017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JUNI 2015**

PERSETUJUAN

Proyek Akhir yang berjudul **“PEMBUATAN RANGKA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA UNTUK KAUM DIFABEL”** telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, September 2015

Dosen Pembimbing,

(Sudiyanto, M.pd)

NIP. 19540221198502100

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

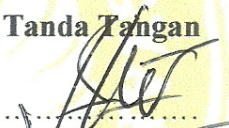

PEMBUATAN RANGKA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA UNTUK KAUM DIFABEL

DAVOSTYAN DANOVAN

11509134017

Telah dipertahankan di Depan Dewan Penguji pada tanggal 20 November 2015
dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Sudiyanto.,M.Pd	Ketua Penguji		9/6 - 2016
Lilik Chaerul Y.,M.Pd	Sekretaris Penguji		9/6 - 2016
Amir Fatah.,M.Pd	Penguji utama		9/6 - 2016

Yogyakarta, Maret 2016

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Yogyakarta



Dr. Moehamad Bruri Triyono

NIP. 19560216 198603 1 003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanggung jawab dibawah ini :

Nama : Davostyan Danovan

Nim : 11509134017

Jurusan : Teknik Otomotif

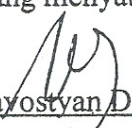
Fakultas : Teknik

JudulLaporan: Pembuatan Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Untuk Kaum
Difabel.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2015

Yang menyatakan,


Davostyan Danovan

NIM. 11509134017

PERSEMBAHAN

Dengan Rahmat Allah Yang Maha Kuasa kupersembahkan hasil karya ku untuk orang-orang yang berada didekatku:

“Kepada Bapak Ibu tercinta yang mendidik dan membimbing sejak dilahirkan hingga saat ini, yang selalu memberi semangat dan doa untuk menyelesaikan karyaku ini”

“Seluruh keluarga dan saudara yang selalu memberi semangat dan memberi motivasi”

“Kepada seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta, terimakasih atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama menimba ilmu di Universitas Negeri Yogyakarta”

“Kepada teman-teman satu kelompok khususnya dan umumnya mahasiswa otomotif angkatan 2011 kelas B yang telah membantu berbagai hal, termasuk dalam pembuatan dan penyelesaian laporan ini”

MOTTO

*Kadang masalah adalah sahabat terbaikmu. Mereka buatmu jadi lebih kuat, dan
buatmu menempatkan Tuhan di sisimu yang paling dekat.*

*Jangan selalu katakan "masih ada waktu" atau "nanti saja". Lakukan segera,
gunakan waktumu dengan bijak.*

Orang yang bisa mengendalikan emosinya adalah pemenang hidup sejati.

ABSTRAK

PEMBUATAN RANGKA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA UNTUK KAUM DIFABEL

Oleh :

Davostyan Danovan

NIM. 11509134017

Pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga untuk kaum difabel ini bertujuan : 1). Dapat membuat sepeda listrik roda tiga untuk para kaum difabel. 2). Dapat mengetahui fungsi dan kekuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga.

Pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga untuk kaum difabel ini. Mempermudah mobilisasi kaum difabel dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Komponen yang digunakan dalam proses modifikasi ini menggunakan bahan yang digunakan dalam pembuatan rangka sepeda listrik difabel adalah komstir sepeda beserta porok dan setang, *mild steel* yang berbentuk plat kotak dengan ukuran 4 x 2 cm dan pipa besi berdiameter 5cm. Mild steel dan pipa besi dipilih karena termasuk dalam baja karbon rendah dengan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) sebesar 0,1 – 0,3 % sehingga mempunyai sifat dapat ditempa dengan modulus elastisitas rata-rata 210.000 Mpa. Baja profil memiliki beberapa spesifikasi salah satunya ST 37 (standar DIN) yang mempunyai kekuatan tarik maksimal 37 kgf/mm². Selain itu bahan ini mudah dikerjakan di bengkel fabrikasi serta banyak tersedia di pasaran sehingga mudah dalam pencariaanya.

Langkah pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga untuk kaum difabel meliputi : (1). Rancangan Skema Konstruksi Rangka Sepeda Listrik Difabel (2). Rancangan Bentuk Rangka Perbagian (3). Rencana Bahan dan dimensi ukuran yang digunakan. (4). Proses Penyambungan, (5). Proses Finishing. Dan (6). Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa uji dari rangka sepeda listrik roda tiga untuk kaum difabel memenuhi uji fungsional rangka berfungsi dengan baik. Berdasarkan hasil uji perhitungan momen bengkok $\sigma_b = 0,628 \text{ N/mm}^2$ dan $\sigma_{bijin} = 90 \text{ N/mm}^2$, karena $\sigma_b < \sigma_{bijin}$ maka kekuatan rangka ini masih aman. Berdasarkan hasil perhitungan pengujian sambungan las $\sigma_t = 11,743 \text{ N/mm}^2$ dan $\sigma_{tarik ijin} = 210 \text{ N/mm}^2$, karena $\sigma_t < \sigma_{tarik ijin}$ maka kekuatan sambungan las masih dalam tahap aman.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa atas limpahan berkah dan rahmat-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang judul **“PEMBUATAN RANGKA SEPEDA LISTRIK RODA TIGA UNTUK KAUM DIFABEL”** dengan baik. Laporan ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.

Banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:


1. Bapak Sudiyanto, M.pd, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif dan selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas segala petunjuk, arahan, bantuan serta motivasinya.
2. Bapak Dr. Mochamad Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Martubi, M.pd Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak dan ibu tercinta, adik tercinta yang telah banyak memberikan semangat dan doa untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
5. Rekan satu kelompok Proyek Akhir (Renur Winardi) terima kasih atas kerjasama dan kebersamaanya.
6. Rekan-rekan angkatan 2011, terimakasih atas kebersamaan kita selama ini.

7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini.
8. Semua teman-teman yang telah memberikan semangat dan doa nya.

Menyadari laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat secara pribadi dan para pembacanya. Amin.

Yogyakarta,

Penulis,



Dayostyan Danovan

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan	4
E. Manfaat	4
F. Keaslian Gagasan.....	4
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH.....	5
A. Macam Kendaraan Difabel	5
B. Identifikasi Alat Dan Mesin.....	8
C. Karakteristik Bahan	26
D. Sambungan Las	34
E. Cacat Pengelasan	39
F. Tegangan Pada Suatu Batang	44
G. Kekuatan Sambungan Las	47

BAB III KONSEP RANCANGAN	52
A. Konsep Pembuatan Rangka	52
B. Rancangan Bentuk Rangka.....	53
C. Rencana Bahan Dan Dimensi Ukuran	55
D. Rencana Proses Penyambungan	57
E. Rencana Proses Finishing	58
F. Alat Yang Digunakan	59
G. Rencana Jadwal Pengerjaan.....	60
H. Rencana Langkah Kerja.....	61
I. Rencana Biaya Pembuatan	62
J. Rencana Pengujian Rangka	62
BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN	64
A. Proses Pembuatan	64
B. Proses Pengelasan Bagian-Bagian Rangka.....	66
C. Pengujian	71
D. Pembahasan	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran	82

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Biji Besi Berdasarkan Prosentasinya.....	26
Tabel 2. Sifat Fisik Baja dan Baja Paduan.....	28
Tabel 3. Macam Baja Karbon.	30
Tabel 4. Macam Bentuk Sambungan Las Serta Simbolnya.....	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sepeda Motor Montrada.....	6
Gambar 2. Sepeda Motor Viar	6
Gambar 3. Bajaj	7
Gambar 4. Penggiling Padi Keliling	7
Gambar 5. Sepeda Ontel Roda Tiga.....	7
Gambar 6. Penggaris Siku.....	9
Gambar 7. Mistar Baja	9
Gambar 8. Mistar Gulung	10
Gambar 9. Berbagai Macam Gergaji Tangan	11
Gambar 10. Gerinda Tangan	12
Gambar 11. Mesin Gerinda Potong.....	13
Gambar 12. Mesin Bor Tangan	14
Gambar 13. Bor Lantai.....	14
Gambar 14. Travo Las.....	17
Gambar 15. Palu Terak	19
Gambar 16. Palu.....	20
Gambar 17. Sikat Baja	20
Gambar 18. Tang.....	21
Gambar 19. Perlengkapan Keselamatan Kerja.....	22
Gambar 20. Gerinda Tangan	22
Gambar 23. Alat Keling	23
Gambar 22. Amplas	24
Gambar 23. Dempul	24
Gambar 24. Kompresor Udara	25
Gambar 25. <i>Spray Gun</i>	25
Gambar 26. Las Busur Listrik Elektroda Terbungkus	36
Gambar 27. Cacat Retak Pada Logam Lasan	40

Gambar 28. Cacat Pengelasan Porositas	42
Gambar 29. Cacat Pengelasan Incomplet Fusio.....	43
Gambar 30. Cacat Pengelasan Undercut.....	43
Gambar 31. Cacat Pengelasan Overlap.....	43
Gambar 32. Ukuran Sambungan Las	48
Gambar 33. Sambungan Las Melintang Tunggal	49
Gambar 34. Sambungan Las Melintang Ganda.....	49
Gambar 35. Sambungan Las Paralel	50
Gambar 36. Las V- Tunggal Dan V- Ganda.....	51
Gambar 37. Rancangan Skema Konstruksi Rangka	53
Gambar 38. Rancangan Ukuran Rangka Utama Dan Rangka Penguat	53
Gambar 39. Rangka Utama Sepeda Listrik Difabel.....	54
Gambar 40. Rangka Penguat Sepeda Listrik Difabel.....	54
Gambar 41. Rangka Tempat Duduk.....	54
Gambar 42. Dudukan Mesin	55
Gambar 43. Potongan Besi Hollow 4 X 2 Cm Untuk Rangka Tengah.....	64
Gambar 44. Gambar Potongan Besi Hollow 4 X 2 Cm Untuk Rangka Penguat	65
Gambar 45. Gambar Potongan Besi Hollow 4 X 2 Cm Untuk Rangka Kursi	65
Gambar 46. Gambar Potongan Besi Siku Plat Untuk Rangka Dudukan Mesin .	66
Gambar 47. Bagian Rangka Utama Yang Di Las.	66
Gambar 48. Bagian Rangka Penguat Yang Di Las	67
Gambar 49. Bagian Rangka Kursi Yang Di Las.....	67
Gambar 50. Bagian Rangka Dudukan Mesin Yang Di Las	68
Gambar 51. Setelah Dilakukan Pengelasan Rangka	68
Gambar 52. Proses Finising	69
Gambar 53. Setelah Dilakukan Pengelasan Rangka	71
Gambar 54. Perhitungan Sambungan Las	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan majunya teknologi otomotif baik di bidang roda empat maupun roda dua ternyata perusahaan otomotif belum memikirkan perkembangan sebuah kendaraan yang untuk digunakan para kaum difabel. Kaum difabel adalah sebutan untuk orang yang mengalami cacat baik bawaan maupun sejak lahir, atau cacat karena bencana, kecelakaan dan sebagainya, sehingga menyebabkan kaum difabel kesulitan dalam berjalan.

Oleh sebab itu kaum difabel untuk beraktifitas sehari-hari terutama dalam berjalan memerlukan alat bantu gerak. Salah satu contoh alat bantu gerak kaum difabel yaitu sepeda roda tiga yang dapat digunakan dengan nyaman walaupun mereka mempunyai keterbatasan. Para kaum difabel sesungguhnya sangat membutuhkan kendaraan yang dapat membantu mereka untuk mempermudah dalam beraktifitas sebagai mana orang normal lainnya, contohnya sebuah sepeda roda tiga dengan menggunakan motor listrik yang dirancang untuk dapat digunakan dengan nyaman walaupun dengan keterbatasan fisik yang mereka punya tetapi masih dapat mengendarai sepeda roda tiga yang sudah di rancang tersebut.

Tentunya kaum difabel yang masih dapat menggunakan sebagian anggota tubuhnya untuk beraktifitas contohnya tangan yang masih berfungsi dengan normal agar dapat mengendarai kendaraan yang akan dipergunakan tersebut,

kendaraan yang akan dipergunakan yaitu sepeda listrik difabel roda tiga menggunakan penggerak motor listrik dan rangka yang simpel serta dapat digunakan untuk beraktifitas di dalam maupun di luar rumah tanpa harus meminta bantuan orang lain.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas dapat diidentifikasi masalah, sebagai berikut :

Industri otomotif belum memikirkan kendaraan kaum difabel, diharapkan dengan pembuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga akan terciptanya sebuah kendaraan khusus difabel sehingga dapat membantu kaum difabel dalam beraktifitas sehari-hari baik di dalam maupun di luar rumah.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka perlu adanya pembatasan masalah untuk lebih memfokuskan dalam pengerjaan proyek akhir dan penulisan laporan. Batasan masalah proyek akhir dan laporan ini mengenai perancangan dan pembuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga ?
2. Bagaimana mengetahui konstruksi rangka sepeda listrik difabel roda tiga yang benar ?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuannya yaitu :

1. Dapat membuat sepeda listrik roda tiga untuk para kaum difabel
2. Dapat mengetahui fungsi dan kekuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga.

F. Manfaat

Manfaat utama yang diperoleh setelah melakukan pengembangan kendaraan sepeda listrik difabel roda tiga untuk kaum difabel adalah mempermudah mobilisasi kaum difabel dalam melakukan aktifitas sehari-hari.

G. Keaslian Gagasan

Pengerjaan proyek akhir ini didasari dari melihat keterbatasan para kaum difabel untuk beraktifitas sehari - hari dengan dibuatnya sepeda listrik difabel roda tiga, diharapkan dapat membantu para kaum difabel untuk beraktifitas sebagaimana manusia normal lainnya, meski tanpa bantuan orang lain.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Macam Rangka Kendaraan

Rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. Biasanya rangka terbuat dari kerangka baja yang memegang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan. Saat proses manufaktur *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur rangkanya. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. Rangka juga berfungsi untuk menjaga agar kendaraan tetap rigid, kaku dan tidak mengalami bending.

Rangka yang digunakan pada sepeda motor ditinjau dari segi struktur atau bentuk rangka mempunyai fungsi antara lain harus mampu menempatkan dan menopang mesin, transmisi, suspensi dan sistem kelistrikan, serta komponen-komponen lain yang ada dalam sepeda motor.

Oleh karena itu rangka sebaiknya kuat dan kaku tapi ringan. Sedangkan jika ditinjau dari segi geometri, rangka harus sesuai dengan geometri yang diinginkan sistem kemudi dan suspensi. Rangka juga harus mampu menjaga roda tetap sejajar lurus antara depan dan belakang. Bahan utama rangka sepeda motor adalah plastik dan logam. Bagian rangka yang terbuat dari plastik misalnya penahan angin, penutup rangka dan pelindung roda. Sedangkan bagian utama yang terbuat dari logam, misalnya rangka utama, kemudi, lengan ayun dan dudukan mesin. Teknologi rangka sepeda motor dapat dikatakan tidak mengalami perkembangan yang pesat. Sejak dulu konstruksi rangka relatif sama.

Bentuk komponen rangka pada dasarnya ada tiga macam, yaitu silinder (contohnya penghubung rangka dan poros kemudi), persegi (contohnya lengan ayun), dan plat (contohnya dudukan jok). Rangka berkaitan erat dengan bodi. Oleh karena itu bentuk rangka mempengaruhi bentuk bodi motor. Kalau terjadi kerusakan pada rangka, maka akan menimbulkan kerusakan pada bodi juga karena bodi menempel pada rangka.

Ada beberapa contoh kendaraan roda tiga yang ada saat ini diantaranya :

1. Sepeda motor Montrada yang menggunakan roda tiga



Gambar 1. Sepeda motor Montrada (www.bursamotor8.com)

2. Sepeda motor Viar yang menggunakan roda tiga



Gambar 2. Sepeda motor Viar (<http://cekspot.com>)

3. Bajaj menggunakan roda tiga



Gambar 3. Bajaj (www.kaskus.co.id)

4. Penggiling padi keliling menggunakan roda tiga



Gambar 4. Penggiling padi keliling (www.lintas.me)

5. Sepeda ontel roda tiga



Gambar 5. Sepeda ontel roda tiga (www.gowesbike.com)

B. Identifikasi Alat dan Mesin

Setelah memahami ukuran dan bahan yang akan digunakan, maka langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi alat yang dibutuhkan untuk melakukan pengerjaan. Hal ini dilakukan karena pada saat proses pengerjaan akan banyak sekali proses yang beragam dengan menggunakan alat yang berbeda-beda pula,. Untuk itu sebelum memulai pengerjaan pembuatan rangka motor tempel untuk kaum difabel sebaiknya kita mengetahui alat-alat apa saja yang harus disiapkan guna kelancaran proses pengerjaan dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun proses-proses pengerjaan yang akan dilakukan dalam proses pembuatan rangka ini adalah proses pengukuran, pemotongan, proses pengeboran proses pengelasan dan proses *finishing*.

Alat dan perlengkapan yang digunakan pada proses pengerjaan rangka tempel pada sepeda motor untuk kaum difabel adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengukuran

a. Penggaris Siku

Penggaris siku merupakan alat bantu yang sangat penting dalam pengerjaan menggambar dan menandai pada bahan plat yang akan dilas agar bentuk dari plat atau besi menjadi benar-benar siku. Alat ini terdiri atas daun dan blok yang terbuat dari baja.

Bloknya lebih tebal dari daunnya dan ukuran siku ditentukan dari panjang daunnya.



Gambar 6. Penggaris Siku (dunialawas.blogspot.com)

b. Mistar Baja

Mistar baja adalah alat ukur yang terbuat dari baja tahan karat dimana permukaan dan bagian sisinya rata dan lurus sehingga dapat juga digunakan sebagai alat bantu dalam penggoresan serta mengukur panjang benda kerja. Mistar baja juga memiliki guratan-guratan ukuran, dimana macam ukurannya ada yang dalam bentuk satuan inchi, cm dan mm. Mistar baja mempunyai panjang yang berbeda-beda, mulai dari yang panjangnya 30 cm sampai dengan 100 cm dalam skala satuan mm dan inchi.



Gambar 7. Mistar Baja (ac03.blogspot.com)

c. Mistar Gulung

Mistar gulung adalah alat ukur fleksibel yang dapat digunakan untuk mengukur benda yang panjangnya susah diukur dengan menggunakan mistar baja. Mistar ini mempunyai rumah dan sesuai dengan namanya mistar gulung ini bisa digulung masuk kedalam rumahnya sehingga mistar ini sangat ringkas jika digunakan, sifatnya lemas atau lentur sehingga dapat digunakan untuk mengukur magian-bagian cembung dan menyudut, Sepanjang mistar ini terdapat ukuran-ukuran (skala) baik ukuran inchi maupun ukuran cm. Panjang mistar gulung ini bermacam-macam, Ada yang ukurannya 1 M dan ada yang ukuran skalanya sampai 30 M.

Dalam pelaksanaan pembuatan rangka digunakan mistar gulung dengan alasan karena saat mengukur bagian yang panjang penggunaan lebih praktis dari pada mistar baja. Selain itu juga mudah dalam penggunaanya serta cukup untuk mengukur panjang pembuatan rangka.



Gambar 8. Mistar Gulung (shidiqzz.wordpress.com)

2. Alat Pemotongan

Pada roses pemotongan bahan terdapat banyak alat ptong yang dapat digunakan dalam proses pembuatan rangka motor tempel untuk

kaum difabel diantaranya adalah : gergaji tangan, mesin gerinda potong, dan mesin gerinda tangan.

a. Gergaji Tangan

Diantara berbagai alat pemotong, gergaji tanganlah yang lazimnya digunakan untuk memotong logam-logam kecil dan lain-lain. Gergaji adalah sejenis alat yang digunakan untuk memotong suatu benda. Salah satunya adalah gergaji tangan untuk memotong besi yang banyak digunakan pada bengkel las, Bilah gergaji biasanya bergerigi dan bentuk dari gigi gergaji bergantung pada bahan yang dipotong.

Ada banyak jenis gergaji, diantaranya merupakan peralatan tangan yang system kerjanya cenderung lebih menggunakan kekuatan fisik manusia. Beberapa gergaji memiliki sumber tenaga lain seperti stim, air atau elektrik dan lebih kuat dari gergaji tangan. Gergaji tangan biasanya menimbulkan bunyi yang bising.



Gambar 9. Berbagai Macam Gergaji Tangan (www.indonetwork.co.id)

b. Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi volume bahan atau mengurangi bekas las agar lebih halus dengan menggunakan prinsip gesekan antara mata gerinda dengan benda kerja. Jenis mesin gerinda tangan ini hanya khusus digunakan untuk menggerinda bahan-bahan atau benda kerja yang keras dengan tujuan meratakan dan memperhalus permukaan benda yang tidak rata.

Mesin gerinda ini juga termasuk alat yang praktis karena dapat dibawa karena bentuknya yang tidak terlalu besar sehingga mesin gerinda ini dapat melakukan pengerjaan dengan berbagai macam posisi sesuai dengan tuntutan kerumitan dari bentuk bahan yang digerinda.



Gambar 10. Gerinda Tangan (www.tokopedia.com)

c. Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong adalah alat untuk memotong material berupa besi, alat ini sering ditemukan di bengkel las yang berfungsi untuk memotong lonjoran besi agar proses pemotongan bisa lebih cepat dan efisien waktu.

Pemotongan dengan gerinda potong ini menggunakan mata gerinda yang berbentuk bulat dan agak besar dengan cara pemotongan yaitu dengan menjepit material pada ragum mesin gerinda. Selanjutnya mata gerinda akan berputar dan menggesek pada material sampai material terpotong.



Gambar 11. Mesin Gerinda Potong (abdulqodi.blogspot.com)

3. Alat Pengeboran

Mesin bor adalah mesin yang digunakan untuk melubangi bahan dengan menggunakan perkakas bantu yang disebut mata bor. Prinsip kerja dari semua mesin bor hampir sama yaitu adalah memanfaatkan gerakan putar dari poros yang diteruskan ke mata bor. Pemilihan mata bor disesuaikan menurut dengan jenis bahan dari benda kerja yang akan dibor sekaligus harus memperhatikan diameter mata bor dan kecepatan dari putaran mesin bor. Hal tersebut agar mata bor tidak cepat aus dan patah. Mesin bor yang sering digunakan di bengkel terutama untuk kerja bangku pada umumnya adalah mesin bor tangan, mesin bor rantai, mesin bor meja dan mesin bor radial. Tetapi pada saat pembuatan rangka sepeda roda 3 untuk kaum difabel hanya menggunakan mesin bor tangan dan mesin bor rantai.

a. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan misalnya, digunakan untuk pekerjaan ringan, seperti pembuatan lubang dengan diameter kecil atau kurang dari 13 mm dan benda kerja tersebut telah terpasang pada kedudukannya yang memungkinkan tidak dapat dibuka kembali. Mesin bor tangan tersebut dapat melakukan pengeboran dengan berbagai posisi sesuai kebutuhan dan lebih efisien untuk pengeboran benda kerja yang berdiameter kecil.



Gambar 12. Mesin bor tangan (Anonim,tt)

b. Mesin Bor Lantai

Mesin bor lantai mempunyai konstruksi yang langsung terikat dengan lantai. Hal ini memungkinkan mempunyai kesetabilan yang tinggi dalam pengoperasiannya dan memiliki kepresisian tinggi ketimbang dengan bor tangan.



Gambar 13. bor lantai (anonim,tt)

4. Mesin Las dan Kelegkapannya

a. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk membagi tegangan untuk mendapatkan busur nyala yang memberikan panas untuk mencairkan logam – logam yang akan dilas. Menurut arus yang dihasilkan oleh mesin busur las, tipe mesin busur las yang sangat populer digunakan adalah mesin las arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). (Sunari:2007).

1) Arus searah (DC)

Arus searah (DC) adalah arus yang dihasilkan oleh motor generator, alat penyearah arus (*Rectifier set*), atau mesin yang menggerakkan generator, mesin las dapat dibuat mesin-mesin las dengan arus AC atau DC.

Mesin gabungan penghasil arus AC/DC terdiri dari unit *transformator* penyearah (*transformator rectifier set*). Arus searah mengalir dari mesin las ke tang las dan terus mengalir ke benda kerja. Arus yang tidak merata tersebut tidak begitu mengganggu proses pengelasan karena arus las mengalir terus menerus sehingga pengelasan terus berjalan lancar dan baik. Untuk arus yang bermuatan kutub langsung maka kawat lasnya negative, dan untuk muatan kutub terbalik maka kawat lasnya positif.

Hal-hal seperti ini kadang sangat diperhatikan untuk mengubah arah arus yang mengalir pada jaringan las. Ketika muatan listrik mengalir dari kutub negative (katoda) busur ke benda kerja, system ini

adalah arus searah (DC) dengan system kutub terbalik (*direct current reverse polarity/ DCRP*).

Dalam hal ini arus listrik kembali ke kutub positif (anoda) mesin las dan sisi busur kawat lasnya. Ketika kita memakai system DCRP, 1/3 panas yang dibangkitkan ada pada benda kerjanya dan 2/3 panasnya dilepaskan ke situ sendiri, sehingga kawat las menjadi panas sekali, dan akibatnya logam kawat las mencair dengan cepat.

Mesin las dengan arus searah memiliki kekritisian yang lebih tinggi terhadap kabel las yang panjang. Untuk mendapatkan kembali tegangan yang hilang pada kabel tersebut, dan mendapatkan busur las yang sesuai dan baik untuk pengelasan, terpaksa tegangan pada mesin las dinaikkan, sehingga mesin las mendapatkan beban lebih yang membuat mesin menjadi panas. Kawat yang cocok adalah kawat las bergaris tengah kecil sehingga dapat memakai ampere yang rendah. Sistem ini dapat dipakai pada arus busur las terlindung (SMAW= *Shield Metal Arc Welding*) untuk semua jenis baja, namun tidak dapat dipakai hampir disemua jenis bukan logam.

2) Arus Bolak-balik (AC)

Untuk keperluan arus ini, dibuat mesin las dengan konstruksi transformator yang khusus, Mesin ini disebut mesin transformator las. Dengan mesin ini kita dapat memakai semua jenis kawat las.

Arus bolak-balik lebih baik dibandingkan arus searah (DC) pada pemakaian dengan ampere rendah dan dengan diameter kawat las yang

kecil. hanya saja permulaan nyala busur dengan diameter kawat las yang kecil, untuk arus bolak-balik ini lebih sukar dibandingkan dengan arus searah (DC).



Gambar. 14. Travo Las (Anonim,tt)

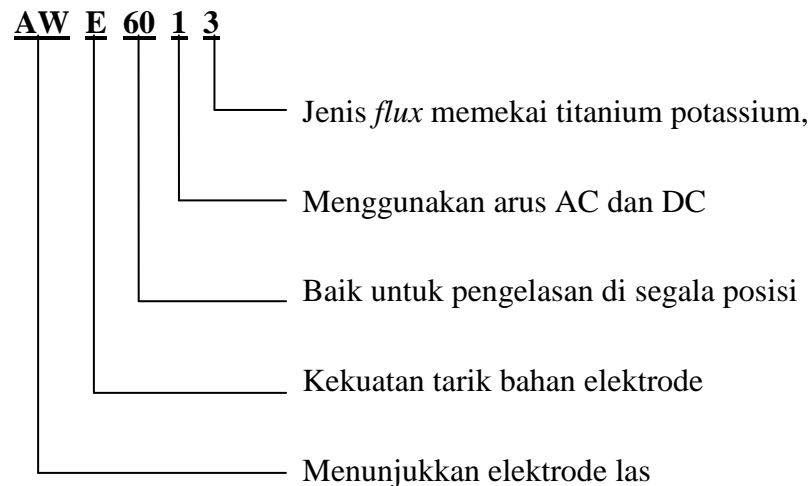
b. Elektrode

Pengertian elektrode dalam las listrik adalah pembangkit busur api, yang sekaligus merupakan bahan tambah yang diperlukan untuk bahan pengisi sambungan pada las listrik. Ada beberapa parameter yang perlu di perhatikan dalam peilihan elektrode antara lain :

- 1) Material yang akan dilas (hal yang paling utama).
- 2) Proses pengelasan yang digunakan.
- 3) Posisi pengelasan.

Elektrode yang digunakan dalam proses pembuatan rangka tempel untuk ojek motot adalah electrode AWS E 6013 yang berdiameter 3-2 mm dengan jenis fluk kandungan titania tinggi, jenis elektroda ini dirancang untuk seamua posisi pengelasan, termasuk vertikal kebawah. Memiliki mampu las yang sangat baik dengan busur yang halus, spatter yag sedikit,

sehingga memberikan hasil pengelasan yang bagus dan kerak yang mudah terkelupas



(Amerikan welding soccity)

Sebagai contoh elektrode E 6013 mempunyai kekuatan tarik 60.000 psi (42 Kg/mm²). Sedangkan angka digit ketiga atau keempat bagi kekuatan tarikya lebih besar 100.000 psi (70 Kg/mm²), digit selanjutnya menunjukkan posisi pengelasan, angka 2 berarti untuk posisi flat dan horizontal sedangkan untuk angka 3 menunjukkan untuk posisi pengelasan flat. Digit yang terakhir menunjukkan jenis dari campuran kimia dari lapisan elektroda dan jenis arus yag digunakan.

c. Palu Terak

Palu terak adalah alat yang digunakan untuk membersihkan terak dari hasil engelasan. Dalam menggunakan palu terak, jangan sampai melukai hasil pengelasan karena akan membuat luka apada hasil

pengelasan maupun pada logam induknya. Karena apabila terjadi luka ada logam atau hasil pengelasan meruakan cacat pengelasan.



Gambar 15. palu terak (rudinimulyaindustrialengineeringumb.blogspot.com)

d. Palu

Prinsip kerja perkakas ini adalah dengan pukulan atau tumbukan. Perkakas palu terdiri dari kepala palu dan tangkai palu. Bagian kepala palu berfungsi untuk memukul benda kerja agar membentuk suatu objek yang diinginkan dengan mengayunkannya, sedangkan objeknya ditempatkan di atas landasan. Kegunaannya untuk meratakan dan meluruskan plat atau pipa, menempa, memukul pahat, pasak, dll.



Gambar 16. Palu (Anonim,tt)

e. Sikat Baja

Sikat baja adalah suatu alat yang berfungsi untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan sisa-sisa terak yang masih ada setelah di bersihkan dengan palu terak, bahan dari sikat baja adalah kawat-kawat baja yang tahan panas dan elastis.



Gambar 17. sikat baja (perkakasindustri.indonetwork.co.id)

f. Tang

Prinsip kerja perkakas penjepit ini misalnya pada tang, tang yang dapat dikunci, adalah suatu perkakas yang terdiri dari dua bilah yang bekerja dengan prinsip tuas (seperti gunting), yang mampu menjepit suatu objek Kegunaannya untuk memegang dengan menjepit suatu benda kerja atau objek.



Gambar 18. Tang(Anonim,tt)

g. Perlengkapan Keselamatan Kerja

Perlengkapan keselamatan kerja pada pengelasan las busur listrik meliputi:

- 1) Pakaian kerja
- 2) Sepatu kerja
- 3) Sarung tangan kulit
- 4) Helm
- 5) Masker las
- 6) Kaca mata



Gambar 19. Perlengkapan keselamatan kerja (<http://1.bp.blogspot.com>)

5. Alat Finishing

a. Gerinda Tangan

Dalam melakukan *finishing* gerinda tangan digunakan untuk mengurangi volume bahan dengan menggunakan prinsip gesekan antara batu gerinda dengan benda kerja. Mesin gerinda tangan digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja setelah proses pengelasan terutama pada benda kerja yang masih kasar agar lebih halus dan rapi.



Gambar 20. gerinda tangan (www.tokopedia.com)

d. Paku Keling / *Rivet*

Alat ini digunakan untuk menyambungkan antara rangka dengan boardesh aluminium untuk membuat lantai, penutup bagian kanan, kiri, depan dan belakang ada motor tempel untuk kaum difabel.

Penggunaan metode penyambungan dengan paku keling ini juga sangat baik digunakan untuk penyambungan pelat-pelat aluminium. Pengembangan Penggunaan *rivet* dewasa ini umumnya digunakan untuk pelat-pelat yang sukar dilas dan dipatri dengan ukuran yang relatif kecil. Setiap bentuk kepala *rivet* ini mempunyai kegunaan tersendiri, masing masing jenis mempunyai kekhususan dalam penggunaannya.

Sambungan dengan paku keling ini umumnya bersifat permanent dan sulit untuk melepaskannya karena pada bagian ujung pangkalnya lebih besar daripada batang paku kelingnya.



Gambar 21. alat keling / *Rivet* dan paku keling (forum.chip.co.id)

e. Amplas

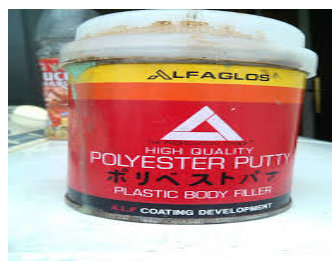
Amplas merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menghaluskan permukaan yang kasar, selain itu juga digunakan untuk menghilangkan kerak-kerak yang menempel. Amplas terbagi atas amplas kayu dan amplas besi.



Gambar 22. Amplas (kasamago.wordpress.com)

f. Dempul

Dempul atau *putty* adalah lapisan dasar (*under coat*) yang digunakan untuk mengisi bagian yang penyok dalam dan besar atau cacat-cacat pada permukaan benda kerja. Dempul juga dipergunakan dengan maksud untuk memberikan bentuk dari benda kerja apabila bentuk benda kerja sulit dilakukan. Setelah mengering dempul dapat diampas untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.



Gambar 23. Dempul (Anonim,tt)

g. Kompresor Udara

Kompresor udara adalah suatu mesin yang berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara yang baik dan bersih selama proses pengecatan berlangsung.



Gambar 24. kompresor udara (Anonim,tt)

h. *Spray Gun*

Spray Gun adalah suatu alat pengecatan yang menggunakan kompresor untuk mengaplikasikan cat yang dikabutkan pada permukaan benda kerja, *spray Gun* menggunakan udara bertekanan untuk mengabutkan cat pada suatu permukaan.



Gambar 25. *Gpray Gun* (www.gison.com.tw)

C. Karakteristik Bahan

Besi dan baja merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan rangka pada kendaraan difabel roda tiga.

1. Besi dan Baja.

a. Besi

Besi (*iron*) merupakan salah satu unsur pembentuk bermacam-macam logam dan baja paduan. Dalam ilmu bahan teknik, besi memiliki peranan penting dalam sejarah teknologi. Kandungan biji besi berdasarkan prosentasenya, terbagi empat macam dengan ciri yang berbeda pula.

Tabel 1. Kandungan Biji Besi Berdasarkan Prosentasinya

Iron Core	Colour	Iron Content %
Magnetite ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$)	Black	72
Haematite ($\text{Fe}_2 \text{O}_4$)	Red	70
Limonite ($\text{Fe}_2 \text{CO}_3$)	Brown	60-65
Siderite [$(\text{Fe}_2 \text{O}_3 \text{HO}_3)$]	Brown	48

(Khurmi dan Gupta, 1982 : 27)

Besi untuk perkakas dingin merupakan hasil dari paduan unsur seperti karbon, silikon, mangan, dan lain-lan. Beberapa unsur paduan itulah yang mampu membentuk sifat-sifat tertentu pada besi untuk dapat

digunakan sebagai perkakas dingin. Berdasarkan unsur paduananya, besi terbagai menjadi dua jenis yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1) *Wrought Iron*

Wrought Iron adalah besi yang mempunyai kemurnian besi mendekati 100%. Komposisi bahan kimia tersebut yaitu 99,5 % - 99,9 % besi : 0,02 %, silicon : 0,018%, sulfur : 0,02 %, fosfor : dan 0,07 % kerak besi. Bahan tersebut bersifat lunak, liat, dan tidak mampu menahan beban kejut secara tiba-tiba serta berlebihan. Kekuatan tarik *wrought iron* berkisar 2500-5000 Kg/ cm² dan kekuatan tekannya 3000 Kg/ cm². Bahan tersebut biasa digunakan pada pembuatan rantai (*chains*), *crane hooks*, *railway coupling*, pipa uap, dan pipa air. (Khurmi, dan Gupta, 1982 : 30).

2) *Cast Iron*

Cast iron merupakan paduan besi dan karbon. Kandungan karbon pada material ini bervariasi dari 1,7 % sampai 4,5 %. *Cast iron* juga mengandung sejumlah unsur lain, seperti silikon, mangan, fosfor, dan sulfur. Bentuk karbon yang terdapat di *cast iron* terdapat dua macam, yaitu karbon bebas yang dinamakan graphite dan gabungan karbon yang dinamakan cementite.

Cast iron adalah material yang rapuh, tidak dapat digunakan untuk elemen mesin yang mengalami pembebanan kejut (*shock loaded*). Sifat-sifat yang membuatnya berharga adalah karena harganya murah,

karakteristik coran yang baik, kekuatan kompresinya lebih tinggi daripada tarikannya. (Khurmi, dan Gupta, 1983 : 27).

b. Baja (Stell)

Pengertian dari baja sendiri adalah suatu logam yang terdiri dari Besi (Fe) dan Karbon (C), dikenal dengan nama baja atau baja lumer (*Carbon stell*). Sedangkan pengertian dari Baja *steel* didefinisikan sebagai logam *ferro* berkrystal halus yang dihasilkan dari proses pembuangan unsur pengontor, yakni sulfur dan fosfor dari *pig iron* dan proses penambahan sejumlah unsur meliputi mangan, silikon, dan lain-lain.

Beberapa macam bentuk penampang bahan baja yang umumnya telah dinormalisir berdasarkan sistem NNP, D.I.N. dan lain sebagainya.

Umum : bulat, segi-4 dan segi-6 beraturan, pipa bulat dan segi-4

Propil : I,H,U,T,L – sama sisi dan tidak sama sisi C.

Pelat : lembaran dan strip macam-macam tebal dan panjang.

Tabel 2. Sifat fisik baja dan baja paduan

Bahan	Kg/ cm³	Kg/ cm³	H. Br.
C 1008	3.400	1.900	100
C 1015	3.700	2.200	110
C 1025	4.100	2.300	115
C 1035	5.000	2.700	170
C 1045	6.000	3.000	180
C 1060	7.000	3.500	230
A 3140	7.000	4.500	210

Bahan	Kg/ cm ³	Kg/ cm ³	H. Br.
A 1330	7.000	4.300	220
A 2317	5.200	4.200	170
A 4119	6.400	3.600	180
A 4140	7.300	5.600	190
A 4615	5.800	3.900	170
A 4640	7.000	6.100	200
A 8620	7.700	4.900	185
A 8640	8.800	6.200	250

Secaa garis besar baja dibagi menjadi dua macam, yaitu baja karbon (*carbon steel*) dan baja paduan (*alloy steel*).

1) Baja Karbon

Baja karbon merupakan paduan besi dan karbon serta mengandung mangan, silikon, fosfor, dan sulfur dalam jumlah tertentu yang dapat diketahui. Apabila keempat unsur tersebut terdapat dalam jumlah normal, maka hasilnya adalah paling *carbon steel* atau baja karbon biasa.

Kekuatan dari sifat baja karbon dipengaruhi oleh kandungan karbon. Semakin meningkat kandungan karbon akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan bahan tersebut, namun keuletan dan kemampuannya dalam menahan beban kejut berkurang. Unsur lain

dalam baja karbon tidak begitu berpengaruh dalam menentukan sifat seperti halnya unsur karbon.

Berdasarkan unsur karbon yang terkandung di dalamnya, baja karbon terdiri atas bermacam-macam jenis.

Tabel 3. Macam-macam Baja Karbon

No.	Nama	C (%)	Keterangan
1.	<i>Dead mild steel</i>	0,15	Bersifat : liat dan tidak mampu dikeraskan dengan perlakuan panas dan mampu las baik Penggunaan : bodi mobil
2.	<i>Low carbon steel</i> <i>atau mild steel</i>	0,15 – 0,45	Bersifat : liat, kuat, dan cocok untuk pengerolan. Penggunaan : permesinan dan pengelasan
3.	<i>Medium carbon steel</i>	0,45 – 0,8	Bersifat : keras dan cocok untuk pekerjaan panas. Penggunaan : rel kereta api, <i>crankshaft</i> , <i>wheels</i> , dan aplikasi sejenisnya
4.	<i>High carbon steel</i>	0,8 – 1,5	Bersifat : sangat keras,

			<p>kuat, sedikit liat, dan memiliki responsitas yang baik terhadap perlakuan panas.</p> <p>Penggunaan : alat-alat potong pertanian, <i>hight tensile strength wire</i>, pahat potong, dan pegas.</p>
--	--	--	--

(Khurmi dan Gupta, 1982 : 31)

2) Baja Paduan (*Alloy Steel*)

Baja paduan memiliki perbedaan dengan baja karbon. Perbedaannya terdapat unsur-unsur pembentuk baja yang berpengaruh pada sifat ketangguhan baja. menurut (Saito, dan Surdia, 2005 : 84), sebagai unsur paduan untuk baja paduan bagi konstruksi besi mekanik adalah Ni-Cr, Ni-Cr-Mo, Cr, Cr-Mo, Mn, dan Mn-Cr. Baja paduan memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah :

- a) Mempunyai sifat mampu keras yang baik meskipun berukuran besar dapat dikeraskan sampai ke dalam, jadi dengan penempaan dapat diperoleh struktur yang lebih seragam. Disamping itu kekuatan yang lebih tinggi dan keuletan yang lebih baik dapat diperoleh.

- b) Karena memiliki sifat mampu keras yang lebih baik, tidak diperlukan pendinginan yang cepat pada pengerasannya, hal ini menyebabkan rendahnya tegangan sisa.

2. Sifat Mekanis Logam

Menurut Saito dan Sudira (1999 : 7), sifat mekanis logam adalah kemampuan logam untuk menahan beban yang dikenakan padanya, baik pembebanan statis maupun pembebanan dinamis. Pembebanan statis adalah pembebanan yang besar dan arahnya tetap setiap saat. Pembebanan dinamis adalah pembebanan yang besar arahnya berubah setiap saat.

a. Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan disebut juga tegangan batas atau *ultimate stress*. Kekuatan bahan merupakan bagian penting dari sifat mekanis bahan logam yang didefinisikan sebagai tegangan satuan terbesar suatu bahan yang dapat ditahan tanpa menimbulkan kerusakan (Rohyana, 1999 : 5). Kekuatan bahan bervariasi menurut bentuk dan beban yang diberikan, sehingga ada kekuatan atau ketahanan terhadap beban statis seperti tarik, lentur, tekan, puntir, maupun geser. Sedangkan beban dinamis adalah seperti pemberian beban dengan tiba-tiba/ kejutan dan berubah-ubah.

b. Kekerasan Bahan

Kekerasan bahan adalah sifat dasar dari logam setelah kekuatan. Kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan untuk menahan pembebanan yang berupa goresan atau penekanan. Untuk pengukuran

kekerasan dengan penekanan dapat dilakukan dengan pengujian Brinnell (HB), Vickers (HV), dan Rockwell skala C (HRC).

c. Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban yang mengakibatkan perubahan bentuk. Sifat ini perlu diperhatikan dalam pembuatan modifikasi rangka, karena jika beban melebihi batas elastisitasnya, maka bahan akan berubah bentuk serta melemahkan struktur atau turunnya kekuatan bahan.

d. Kekakuan

Kekakuan bahan adalah ukuran dari kemampuan suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk atau deformasi bila bahan tersebut diberi beban, kekakuan ini bisa didefinisikan sebagai modulus young dari suatu bahan.

e. Plastisitas

Plastisitas adalah kemampuan dari suatu bahan padat untuk mengalami perubahan bentuk tetap tanpa kerusakan. Perubahan bentuk plastis ini hanya akan terjadi setelah melewati daerah elastis. Banyak dari pengerjaan panas dan pengerjaan dingin tergantung pada deformasi plastis (Rohyanan, 1999 : 21).

f. Kelelahan Bahan

Kelelahan bahan adalah kemampuan bahan untuk menerima beban yang berganti-ganti dimana tegangan maksimum diberikan pada setiap pembebanan (Rohyana, 1999 : 21). Pada kondisi ini bahan akan rusak atau patah setelah berkali-kali menerima pembebanan atau sebaliknya bahan mampu menahan beban. Sifat-sifat ini perlu diperhatikan dalam pemilihan untuk pembuatan kerangka kendaraan. Karena sifat ini jika tidak dipenuhi akan menimbulkan kerugian yang fatal.

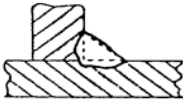


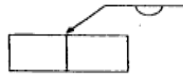

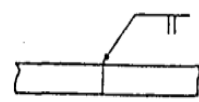

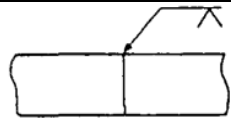
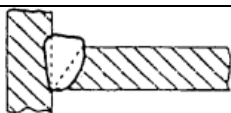
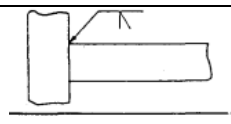

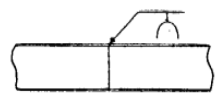
D. Sambungan Las

1. Pengertian Sambungan Las

Sambungan las adalah sambungan permanen yang diperoleh dengan mencairkan kedua sisi komponen yang akan disambung, baik dengan tekanan dan bahan tambah, maupun tanpa tekanan dan bahan tambah. Panas untuk mencairkan bahan diatas maupun bahan tambah diperoleh dari pembakaran gas (pada las gas) atau dari busur listrik (pada las listrik). Proses penyambungan dengan las listrik lebih cepat dari pada dengan las gas.

Secara umum sambungan las ada dua macam, yaitu sambungan sudut (*fillet*) dan sambungan tumpul (*butt*). Berikut ini adalah tabel berbagai macam bentuk sambungan las serta simbolnya.

Tabel 4. Macam bentuk sambungan las serta simbolnya

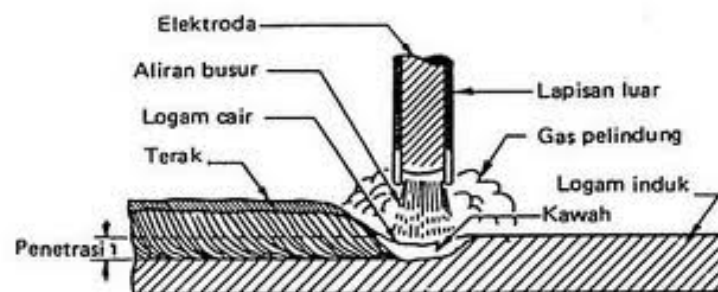
Bentuk Pengelasan	Gambar	Simbol
Sambungan sudut (<i>fillet</i>)		
Jalur Las		
Sambungan tumpul (<i>Kampuh I</i>)		
Sambungan tumpul (<i>Kampuh V</i>)		
Sambungan T (<i>bevel</i>)		
Sambungan Tumpul (<i>Kampuh U</i>)		

2. Las Busur Listrik Elektoda Terbungkus

Las elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini, untuk itu dalam pembuatan rangka sepeda listrik difabel roda tiga kami menggunakan las jenis ini. Dalam pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Dalam gambar. 8 dapat dilihat dengan jelas bahwa busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda. Karena panas dari busur ini maka logam

induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus, sebaliknya bila menggunakan arus listrik kecil maka butiran logam cair yang terbawa menjadi besar.



Gambar 26. Las Busur Listrik Elektroda Terbungkus

(spriono.wordpress.com)

Di dalam pengelasan las busur listrik elektorda terbungkus hal yang penting adalah bahan fluks dan jenis listrik yang digunakan. Karena pentingnya hal tersebut maka bahan fluks dan jenis listrik akan dibicarakan terpisah pada pembahasan di elektroda.

3. Teknik Pengelasan Las Cair Busur Listrik Elektroda Terbungkus

a. Urutan Deposit dan Pengelasan

Dalam pengelasan ada dua macam urutan, yaitu urutan menempatkan logam las cair pada alur las yang dinamakan deposit dan urutan penyambungan yang dinamakan urutan pengelasan. Kedua urutan

tersebut dilaksanakan dalam bermacam-macam cara dengan tujuan untuk mengurangi perubahan bentuk, tegangan sisa dan retak las. Beberapa macam pelaksanaan urutan diterangkan dibawah ini :

1) Urutan deposit

Dalam pengelasan lapis tunggal urutan yang utama adalah urutan deposit dengan cara lurus, urutan balik, urutan simetri, dan urutan loncat yang kesemuanya didasarkan atas arah gerakan maju dari pengelasan. Dalam hal pengelasan lapis banyak urutan yang penting adalah urutan pengisian, urutan bertingkat, urutan petak dan lain-lainnya.

2) Urutan pengelasan

Urutan pengelasan sama halnya dengan urutan deposi, tujuan dari urutan pengelasan juga untuk menghindari terjadinya deformasi dan tegangan sisa sejauh mungkin. Beberapa dasar pelaksanaan urutan adalah sebagai berikut :

- a) Bila dalam satu bidang terdapat banyak sambungan, sebaliknya diusahakan agar penyusutan dalam bidang tersebut tidak terhalang.
- b) Sambungan dengan penyusutan yang terbesar dilas lebih dahulu dan baru kemudian sambungan-sambungan dengan penyusutan yang lebih kecil.

- c) Pengelasan hendaknya dilaksanakan sedemikian rupa sehingga mempunyai urutan yang simetri terhadap sumbu netral dari konstruksi agar gaya-gaya konstruksi dalam keadaan yang berimbang.

b. Pergerakan Elektroda dan Pengelasan Busur Listrik

1) Pergerakan elektroda

Cara menggerakkan elektroda banyak sekali, tetapi tujuannya adalah sama yaitu mendapatkan deposit logam las dengan permukaan yang rata, halus, dan menghindari takikan dan pencampuran terak. Sudut antara elektroda dan pelat induk pada arah melintang terhadap garis las harus 90^0 . Untuk posisi pengelasan datar dan tegak besarnya sudut harus 45^0 dan untuk pengelasan posisi diatas kepala besar sudutnya adalah 30^0 .

Pada saat pengelesan ujung elektroda biasanya harus digerakan sebaiknya tidak melebihi 3 kali besarnya garis tengah elektroda. Disamping itu jarak lipatan atau anyaman harus diusahakan tetap.

2) Penyalaan dan pemadaman busur listrik

Penyalaan busur listrik dapat dilakukan dengan menghubungkan sikat ujung elektroda dengan logam induk dan segera memisahkan lagi pada jarak yang pendek. Busur listrik akan padam dengan cara menjauhkan elektroda dari logam induk. Cara pemadaman busur listrik ini mempunyai pengaruh terhadap mutu penyambungan manik las.

Untuk mendapatkan manik las yang baik, sebaiknya elektroda dijauhkan dari logam induk sebaiknya panjang busur dikurangi lebih dahulu dan baru kemudian elektroda dijauhkan dengan arah yang agak miring.

Pemadaman busur sebaiknya tidak dilakukan ditengah-tengah kawah lasan tetapi agak berputar sedikit. Penyalaan selanjutnya sebaiknya diarahkan ke depan dan pengelasannya harus dimulai dari kawah las sebelumnya.

E. Cacat Pengelasan

Dalam proses pengelasan tentunya tidak bisa lepas dari terjadinya cacat terhadap hasil pengelasan. Dibawah ini macam-macam dari jenis cacat pengelasan beserta penyebabnya. Teknik dan prosedur yang tidak baik menimbulkan cacat pada las yang menyebabkan diskontinuitas dalam las. Cacat yang pada umumnya sering dijumpai adalah retak-retak, porositas, inklusi, (pengotor), kurangnya fusi atau penetrasi dan bentuk yang tidak sempurna.

1. Retak

a. Retak panas dan retak dingin dapat terbentuk dalam lasan dan *base metal*.

Penyebab pengelasan retak :

1) Sambungan yang sangat kaku

Perbaikan/ Pencegahan : *preheat*, mengurangi tegangan sisa secara mekanik, minimalisir tegangan penyusutan menggunakan *backstep sequence*.

- 2) Dilusi yang berlebihan (perubahan dalam komposisi kimia dari deposit las disebabkan tercampur *base metal*).

Perbaikan/ Pencegahan : ubah arus dan kecepatan pengelasan. Las dengan polaritas negatif (SMAW) ; lapis permukaan *joint* sebelum mengelas.

- 3) Rigi las yang kecil

Perbaikan/ Pencegahan : perbesar ukuran elektroda, naikan arus las, kurangi kecepatan pengelasan.

- 4) Kandungan sulfur *base metal* tinggi,

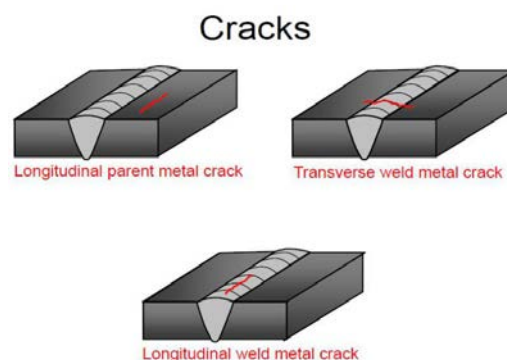
Perbaikan/ Pencegahan : gunakan elektroda dengan sulfur rendah.

- 5) Retak crater,

Perbaikan/ Pencegahan : isi crater sebelum memadamkan busur.

- 6) Tegangan sisa tinggi,

Perbaikan/ Pencegahan : desain ulang lasan, rubah urutan las, gunakan *intermediate stress relief*.



Gambar 27. Cacat Retak pada Logam Lasan

(Binaaji. Wordpress. Com)

2. Porositas

Porositas merupakan cacat las berupa lubang-lubang halus atau pori-pori yang biasanya terbentuk didalam logam las akibat terperangkapnya gas yang terjadi ketika proses pengelasan. Disamping itu, porositas dapat pula terbentuk akibat kekurangan logam cair karena penyusutan ketika logam membeku.

Penyebab cacat pengelasan *porosity*

a. Oksigen, nitrogen, hidrogen berlebihan dalam atmospere pengelasan.

Perbaikan/ Pencegahan : gunakan proses las low hidrogen, *filler metal* dengan deoksider yang tinggi, menambahkan aliran gas lindung.

b. *Base metal* kotor,

Perbaikan/ Pencegahan : bersihkan permukaan sambungan dan permukaan yang berdekatan.

c. Kawat las kotor

Perbaikan/ Pencegahan : gunakan kawat las bersih dan simpan kawat dalam tempat yang bersih, panjang busur, arus las atau gerak elektrode yang tidak sempurna. Perbaikan/ Pencegahan : perbaiki teknik dan parameter las.

d. Penguapan zinc dari *brase*

Perbaikan/ Pencegahan : gunakan kawat las copper-silicon, mengurangi *heat input*.



Gambar 28. Cacat pengelasan porositas (Anonim,tt)

3. *Incoplet Fusion*

Incomplet fusion adalah kegagalan berfusi antara logam lasan dengan logam lasan (*weld metal*), atau dengan logam dasar (*base metal*).

Kegagalan berfusi dapat terjadi disembarang tempat di dalam jalur lasan.

Penyebab *Incoplet Fusion* :

- 1) Panas las yang kurang
- 2) Perbaikan/ Pencegahan : naikan arus listrik
- 3) Adanya oksida dengan titik cair tinggi,
- 4) Perbaikan/ Pencegahan : hilangkan/ cegah oksida-oksida
- 5) Teknik pengelasan yang kurang tepat,
- 6) Perbaikan/ Pencegahan : ubah posisi pengelasan, misal dari lurus ke ayun.
- 7) Desain sambungan yang kurang tepat,
- 8) Perbaikan/ Pencegahan : pilih desain sambungan yang tepat.
- 9) Persiapan yang tidak sempurna,
- 10) Perbaikan/ Pencegahan : haluskan permukaan *base metal*



Gambar 29. Cacat pengelasan incomplet fusio (Anonim,tt)

4. *Undercut*

Undercut adalah terkikisnya *base metal* oleh busur las listrik yang mempunyai temperatur tinggi. Tarikan pada umumnya disebabkan oleh teknik pengelasan yang kurang tepat dan dari arus listrik yang berlebihan atau busur las yang terlalu panjang.



Gambar 30. Cacat pengelasan undercut (Anonim,tt)

5. *Overlap*

Overlap adalah tonjolan keluar dari logam lasan di luar *toe* dari lasan tanpa fusi. *Overlap* biasanya disebabkan oleh teknik pengelasan yang salah atau kondisi elektrik yang tidak sesuai.



Gambar 31. Cacat pengelasan overlap (Anonim, tt)

6. *Incoplate Penetration*

Kegagalan logam lasan untuk mengisi alur sambungan sehingga tinggi logam las masih rendah dibandingkan logam dasar. Penetrasi yang kurang dapat disebabkan oleh panas las yang kurang. Desain sambungan yang kurang tepat, penyetelan yang kurang tepat.

F. Tegangan Pada Suatu Batang

Tegangan adalah perlawanan molekuler-molekuler terhadap gaya luar (P) akan untuk tiap satuan luas penampang. Satuan yang dipakai adalah Kg/cm atau Kg/mm. Tegangan timbul akibat adanya tekanan, tarikan, bengkokan, dan reaksi. Pada pembebanan tarik terjadi tegangan tarik, pada pembebanan tekan terjadi tegangan tekan, begitu pula pada pembebanan yang lainnya.

Ada lima jenis dasar pembebanan, yaitu :

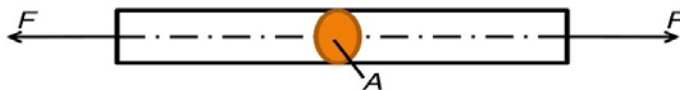
1. Pembebanan tarik
2. Pembebanan tekan
3. Pembebanan geser
4. Pembebanan lentur/ bengkok
5. Pembebanan puntir/ torsi

Dari lima jenis pembebanan ini kemudian ada gabungan (kombinasi) antara pembebanan-pembebanan tersebut yang disebut dengan beban kombinasi, misalnya antara puntir dan bengkok, tarik dan bengkok, tekuk dan puntir, dan sebagainya.

Selanjutnya ada lima tegangan, ditambah satu tegangan kombinasi, yaitu:

1. Tegangan Tarik

Tegangan tarik adalah tegangan yang timbul akibat adanya tarikan. Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dan lain-lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.

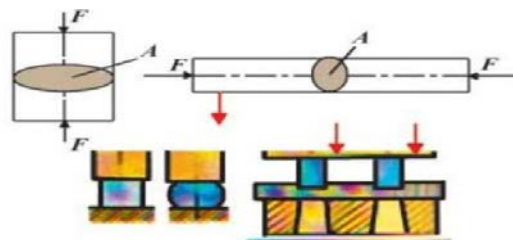


$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F_a}{A}$$

Di mana F = gaya tarik, A = luas penampang

2. Tegangan Tekan

Tegangan tekan terjadi bila suatu batang diberi gaya F yang saling berlawanan dan terletak dalam satu garis gaya. Misalnya, terjadi pada batang rangka yang belum mengalami tekukan, porok sepeda, dan batang torak. Tegangan tekan dapat ditulis:



$$\sigma_D = \frac{F_a}{A} = \frac{F}{A}$$

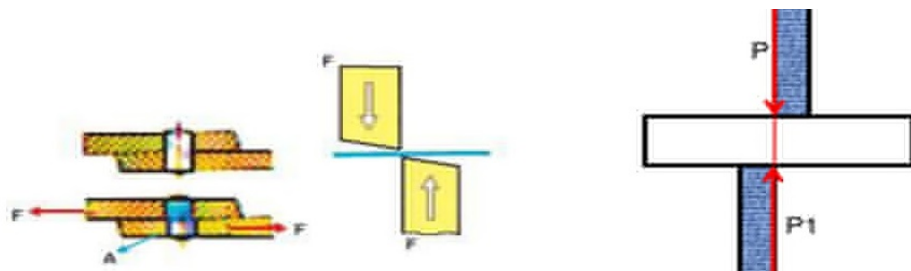
Keterangan :

A = Luas penampang (cm^2)

F_a = Gaya tekan (Kg)

3. Tegangan Geser

Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi. Misalnya: sambungan keling, gunting, dan sambungan baut.



Pada gambar di atas, gaya $P = P_1$ berlawanan arah. Gaya P dan P_1 bekerja merata pada penampang A .

Bila penampang benda = A , Maka tegangan gesernya adalah :

$$\tau_g = \frac{\text{gaya dalam}}{\text{luas penampang}}$$

$$\tau_g = \frac{F}{A} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

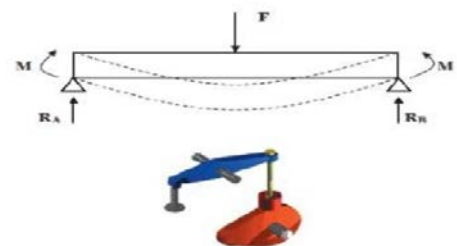
4. Tegangan lentur

Tegangan lentur adalah tegangan yang terjadi karena adanya momen lentur/ lengkung yang menyebabkan benda mengalami lentur atau bengkok.

$$F = R_A + R_B$$

dan

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_b}$$



Dimana :

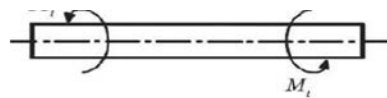
M_b = Momen Lengkung

W_b = Momen tahanan lengkung

5. Tegangan Puntir.

Tegangan puntir adalah tegangan yang timbul akibat momen puntir.

Tegangan puntir sering terjadi pada poros roda gigi dan batang-batang torsi pada mobil, juga saat melakukan pengeboran.



Dimana :

M_t = momen puntir (torsi)

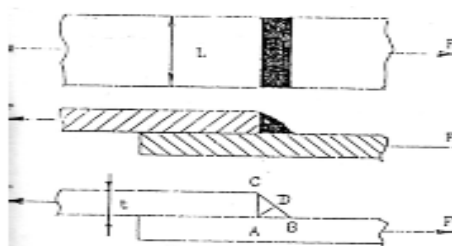
W_p = momen tahanan polar (pada puntir)

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$

G. Kekuatan Sambungan Las

Kekuatan sambungan las dihitung berdasarkan tegangan boleh dengan anggapan bahwa hubungan antara tegangan dengan renggangan mengikuti hukum Hooke dengan syarat bahwa tegangan terbesar yang terjadi tidak melebihi tegangan boleh yang telah ditentukan sebelumnya.

Distribusi tegangan dalam las tumpul tidak terlalu sukar dihitung tetapi dalam sambungan las sudut sangat sukar, karena itu dalam hal ini tegangan yang terjadi dianggap sama dengan yang terjadi di dalam leher las.



Gambar 32. Ukuran Sambungan Las

Bila sambungan las ini menerima gaya dari luar gambar diatas, maka sambungan tersebut akan putus tertarik, sehingga tegangan tarik yang terjadi

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

Dimana : L = Lebar yang dilas t = Tebal plat yang dilas

Untuk menentukan las penampang yang akan putus pada sambungan sudut ini pada luas penampang yang paling kecil, untuk ini dicari jarak yang terpendek dari segitiga ABC (lihat gambar)

Dibawah ini akan dijelaskan rumus perhitungan kekuatan sambungan las antara lain sebagai berikut :

$$AC = AB = \text{leher las} = t$$

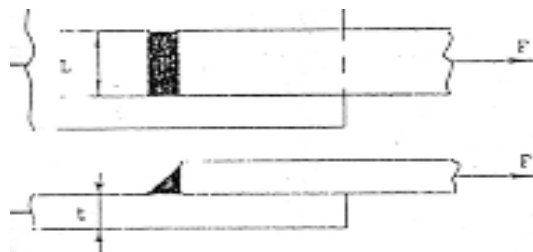
Dari gambar terlihat jarak yang terpendek adalah $AD < AC$ dan AB

Macam-macam sistem pengelasan sudut yaitu :

1. Kekuatan sambungan las melintang

Untuk las tumpang dirancang untuk kekuatan tarik dan las minimum las terdapat pada leher las.

Kekuatan tarik sambungan untuk las melintang tunggal



Gambar 33. Sambungan Las Melintang Tunggal

$$P = \frac{2.t.l}{\sqrt{2}} \cdot \sigma t$$

Dan kekuatan tarik sabungan las melintang ganda



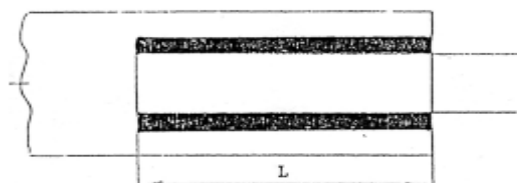
Gambar 34. Sambungan Las Melintang Ganda

$$P = \frac{2.t.l}{\sqrt{2}} \cdot \sigma t \text{ atau}$$

$$P = \sqrt{2} \cdot t \cdot l \cdot \sigma t$$

Bila las lebih lemah daripada plat akibat terak dan lubang tiup, maka las diberi penguatan sebesar 10 % dari tebal plat.

2. Kekuatan sambungan las paralel



Gambar 35. Sambungan Las Paralel

a) Luas minimum las/luas leher las : $= \frac{t.l}{\sqrt{2}}$

Bila τ_s tegangan geser ijin logam las.

b) Kekuatan geser sambungan untuk las paralel tunggal :

$$P = \frac{t \cdot l}{\sqrt{2}} \cdot \tau_s$$

c) Dan kekuatan geser sambungan las paralel ganda :

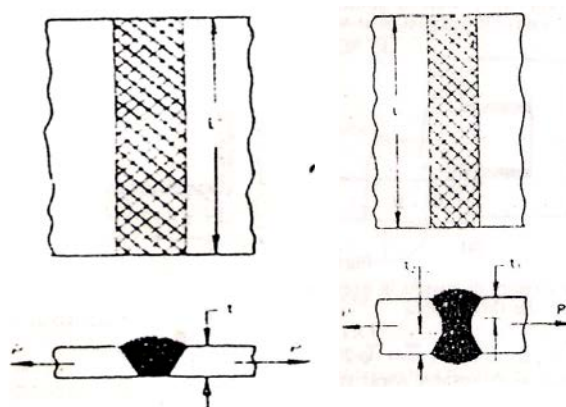
$$P = \frac{2 \cdot t \cdot l}{\sqrt{2}} \cdot \tau_s$$

$$P = \sqrt{2} \cdot t \cdot l \cdot \tau_s$$

Catatan :

- 1) Untuk las kombinasi (melintang dan paralel) kekuatan sambungan las merupakan jumlah kekuatan las melintang dan paralel.
- 2) Untuk starting dan stopping, panjang las ditambah 12,5 mm
- 3) Untuk las tumpang yang diperkuat, ukuran leher las diambil 0,85.t

d) Kekuatan sambungan las ujung



Gambar 36. las V- tunggal dan V- ganda

Panjang las ujung , panjang kaki atau ukuran las sama dengan tebal leher las, yang sama dengan tebal plat (t).

Kekuatan tarik sambungan las V- tunggal atau las ujung segi empat adalah :

$$P = t \cdot l \cdot \sigma_t$$

Dimana l_{kotor} = panjang las biasanya sama dengan lebar plat)

Kekuatan tarik untuk sambungan las V- ganda :

$$P = (t_1 + t_2) l \cdot \sigma_t$$

Dimana t_1 = tebal leher las atas

t_2 = tebal las bawah

BAB III

KONSEP PEMBUATAN

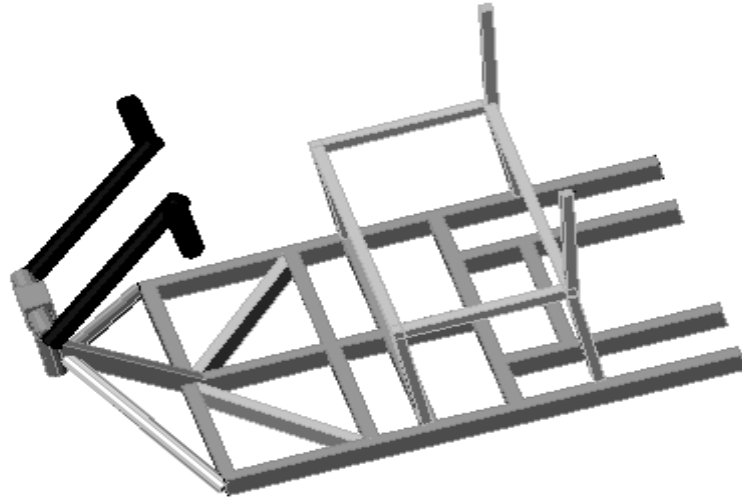
A. Analisis Kebutuhan

Perancangan kendaraan roda tiga untuk kaum difabel dilakukan setelah diperoleh beberapa data sebagai acuan untuk proses pembuatan rangka sepeda motor roda tiga untuk kaum difabel.

Sepeda listrik merupakan alat transportasi umum yang hampir semua kalangan dapat mengendarainya. Akan tetapi belum tentu bahkan tidak dapat diendarai bagi para kaum difabel seperti cacat pada bagian kaki, yang mungkin cacat bawaan ataupun cacat karena kecelakaan. Maka diperlukan sebuah kendaraan yang dapat membawa kaum difabel berjalan lebih jauh untuk mempermudah beraktifitas. Sehingga diperlukan sebuah rancangan sepeda listrik untuk kaum difabel, rancangan sepeda listrik yang akan dibuat yaitu sebuah rangka sepeda listrik roda tiga. Dengan adanya sepeda listrik roda tiga juga dapat menggantikan peran kursi roda, karena perancangan pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga ini sudah disesuaikan dengan pintu rumah pada umumnya sehingga dapat dioperasikan di dalam rumah maupun di luar rumah.

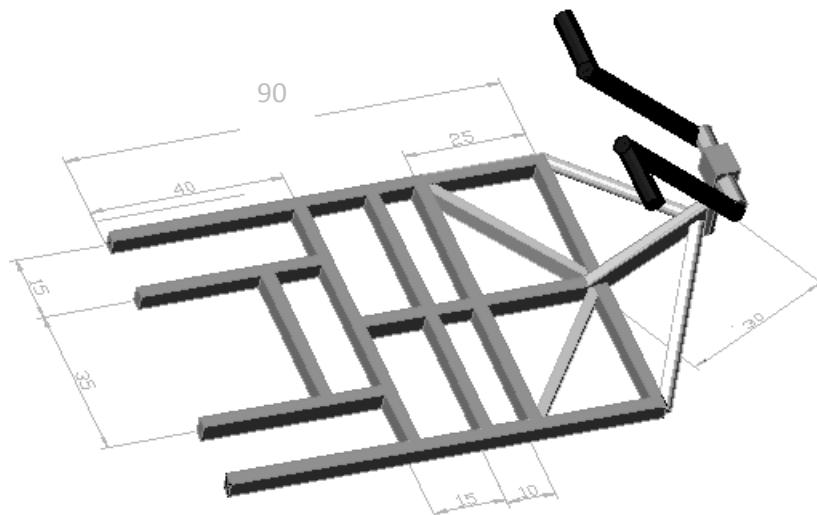
B. Konsep Pembuatan Rangka

1. Rancangan Skema Konstruksi Rangka Sepeda Listrik Difabel



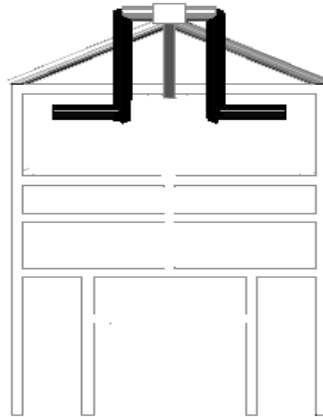
Gambar 37. Rancangan Skema Konstruksi Rangka Sepeda Listrik Difabel

2. Rancangan Bentuk Rangka Perbagian



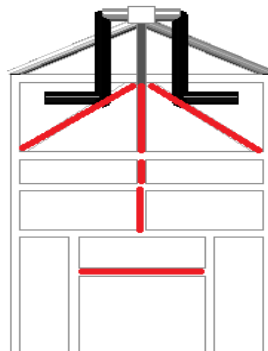
Gambar 38. Rancangan ukuran Rangka Utama Dan Rangka Penguat Pada Sepeda Listrik Difabel

a. Rangka Utama



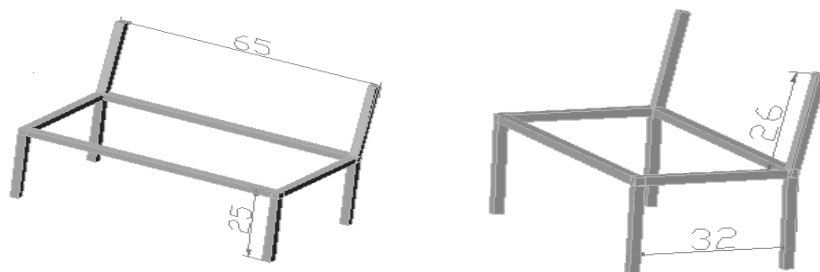
Gambar 39. Rangka Utama Sepeda Listrik difabel

b. Rangka Penguat



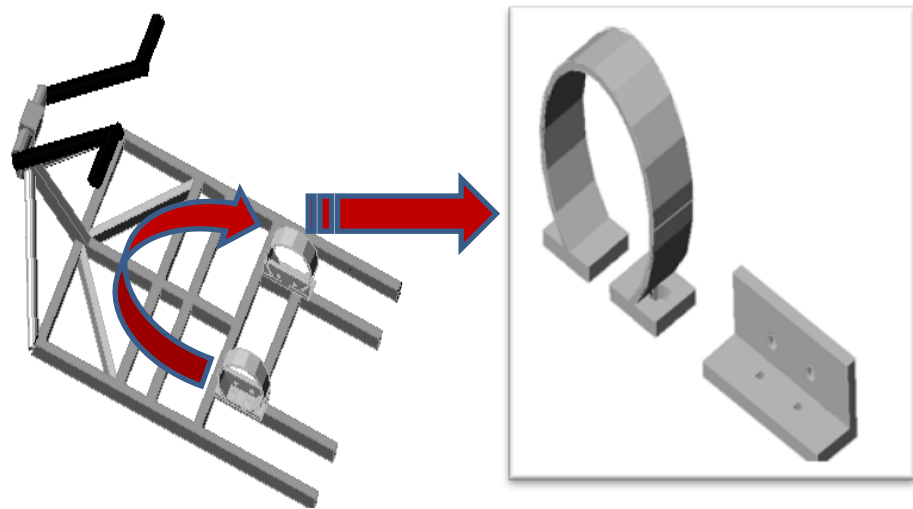
Gambar 40. Rangka Penguat Sepeda Listrik difabel

c. Rangka Tempat Duduk



Gambar 41. Rangka Tempat Duduk

d. Rangkaudukan mesin



Gambar 42. Dudukan Mesin

C. Rencana Bahan dan dimensi ukuran yang digunakan

Rencana bahan yang digunakan dalam pembuatan rangka sepeda listrik difabel adalah komstir sepeda beserta porok dan setang, *mild steel* yang berbentuk plat kotak dengan ukuran 4 x 2 cm dan pipa besi berdiameter 5cm. Mild steel dan pipa besi dipilih karena termasuk dalam baja karbon rendah dengan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) sebesar 0,1 – 0,3 % sehingga mempunyai sifat dapat ditempa dengan modulus elastisitas rata-rata 210.000 Mpa. Baja profil memiliki beberapa spesifikasi salah satunya ST 37 (standar DIN) yang mempunyai kekuatan tarik maksimal 37 kgf/mm². Selain itu bahan ini mudah dikerjakan di bengkel fabrikasi serta banyak tersedia di pasaran sehingga mudah dalam pencariaanya.

Untuk mengetahui lebih jelas dari ukuran bahan yang dibutuhkan maka bahan akan diidentifikasi sebagai berikut :

Rangka Utama, Tempat duduk menggunakan bahan stall kotak besi hollow dan pipa besi 5 cm sebagai bahan penguat komstir yang dibutuhkan memiliki dimensi panjang sebagai berikut :

- 1) 30 cm : jumlahnya 1 = 30 cm
 - 2) 25 cm ; jumlahnya 5 = 125 cm
 - 3) 90 cm ; jumlahnya 2 = 180 cm
 - 4) 65 cm ; jumlahnya 6 = 390 cm
 - 5) 15 cm ; jumlahnya 1 = 15 cm
 - 6) 10 cm ; jumlahnya 1 = 10 cm
 - 7) 40 cm ; jumlahnya 2 = 80 cm
 - 8) 35 cm ; jumlahnya 2 = 70 cm
 - 9) 32 cm ; jumlahnya 2 = 64 cm
 - 10) 26 cm ; jumlahnya 2 = 52 cm
-
- 1016
cm

Bahan tambahan berupa komstir beserta porok dan setang serta penguat komstir berupa pipa besi

- 11) 40 cm ; jumlahnya 2 = 80 cm

Dari hasil identifikasi kebutuhan bahan untuk pembuatan sepeda listrik difabel, maka dimensi ukuran bahan yang digunakan dapat diketahui adapun kesimpulan bahan yang digunakan menurut dimensi gambar rancangan sebagai berikut :

Komstir beserta porok dan setang, (Stall kotak besi hollow ukuran 4 x 2 cm)
jumlah bahan yang digunakan = 1016 cm. Pipa besi berdiameter 5 cm yang
jumlahnya 80 cm

D. Rencana Proses Penyambungan

Penyambungan logam adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyambung 2 (dua) bagian logam atau lebih. Penyambungan bagian-bagian logam ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metode sesuai dengan kondisi dan bahan yang digunakan. Setiap metode penyambungan yang digunakan mempunyai keuntungan tersendiri dari metode lainnya, sebab metode penyambungan yang digunakan pada suatu konstruksi sambungan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada, hal ini mengingat efisiensi sambungan. Pemilihan metode penyambungan yang tepat dalam suatu konstruksi sambungan harus mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya : faktor proses pengerjaan sambungan, kekuatan sambungan, kerapatan sambungan, penggunaan konstruksi sambungan dan faktor ekonomis.

Proses pengerjaan sambungan yang dimaksud adalah bagaimana pengerjaan konstruksi sambungan itu dilakukan seperti : sambungan untuk konstruksi rangka dari bahan besi hollow. Untuk menentukan sambungan yang cocok dengan kondisi rangka sepeda listrik difabel ada beberapa alternatif persyaratan. Persyaratan yang paling utama adalah sambungan besi hollow pada rangka harus kuat. Sambungan rangka harus tahan terhadap tekanan dan beban dari sepeda listrik tersebut. Proses penyambungannya hanya dapat dilakukan dari sisi luar dan sebagainya. Jika dipilih sambungan baut dan mur kurang sesuai, sebab

sambungan ini kecenderungan untuk kekuatan rangka tidak terjamin. Sambungan miring ataupun lurus pada besi hollow tidak mungkin dikerjakan dengan menggunakan sambungan baut dan mur. Persyaratan yang paling sesuai untuk kondisi rangka pada sepeda listrik ini adalah sambungan las.

Proses penyambungan besi hollow ukuran 4 x 2 cm, dan plat besi yang telah dipotong untuk rangka sepeda listrik difabel dilakukan dengan cara pengelasan menggunakan las listrik. Elektroda yang digunakan adalah NK – 68 *American Welding Society elektroda 6013* (AWS. E 6013). Ukuran elektroda ini Ø 2,6 mm x 350 mm. Arus yang digunakan dalam pengelasan ini antara 60-110 ampere.

E. Rencana Proses Finishing

Proses ini dilakukan untuk memperbaiki hasil pengelasan yang kurang bagus serta menghilangkan terak dan *splatter* sisa pengelasan, proses ini dilakukan dengan menggunakan palu terak, sikat baja, gerinda tangan, dan amplas. Selanjutnya dilakukan proses pendempulan guna menutupi bagian-bagian rangka yang kurang rata. Setelah melalui proses pendempulan dilakukan proses pengamplasan menggunakan amplas kasar kemudian amplas halus, tujuan pengamplasan untuk memberikan tampilan yang rata dan halus, setelah itu dilakukan proses pengecatan, proses ini bertujuan untuk meningkatkan daya tahan permukaan rangka terhadap korosi serta untuk memperindah tampilan rangka. Tahapan dalam pengecatan meliputi : pengecatan dasar, pengecatan inti, pengecatan finising (pengecliran). Proses pengecatan dilakukan dengan penyemprotan menggunakan kompresor dan perlengkapan lainnya.

F. Alat yang Digunakan untuk Pembuatan Rangka**a. Alat untuk memotong bahan**

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1) Penggaris | 5) Gerinda potong |
| 2) Penyiku | 6) Gerinda tangan |
| 3) Mistar gulung | 7) Gergaji tangan |
| 4) Kapur/ penggores | 8) Tang |

b. Alat Untuk Penyambungan Bahan

- 1) Mesin Las Rhino
- 2) Elektroda AWS NK-68 Ø 2,6 mm x 350 mm.
- 3) Tang
- 4) Palu
- 5) Penyiku
- 6) Mistar gulung
- 7) Majun

c. Alat Untuk Finishing

- 1) Gerinda tangan
- 2) Palu terak
- 3) Tang
- 4) Palu
- 5) Amplas
- 6) Kompresor
- 7) *Spray gun*
- 8) Majun

d. Alat Untuk Perakitan Rangka Pada Sepeda Motor

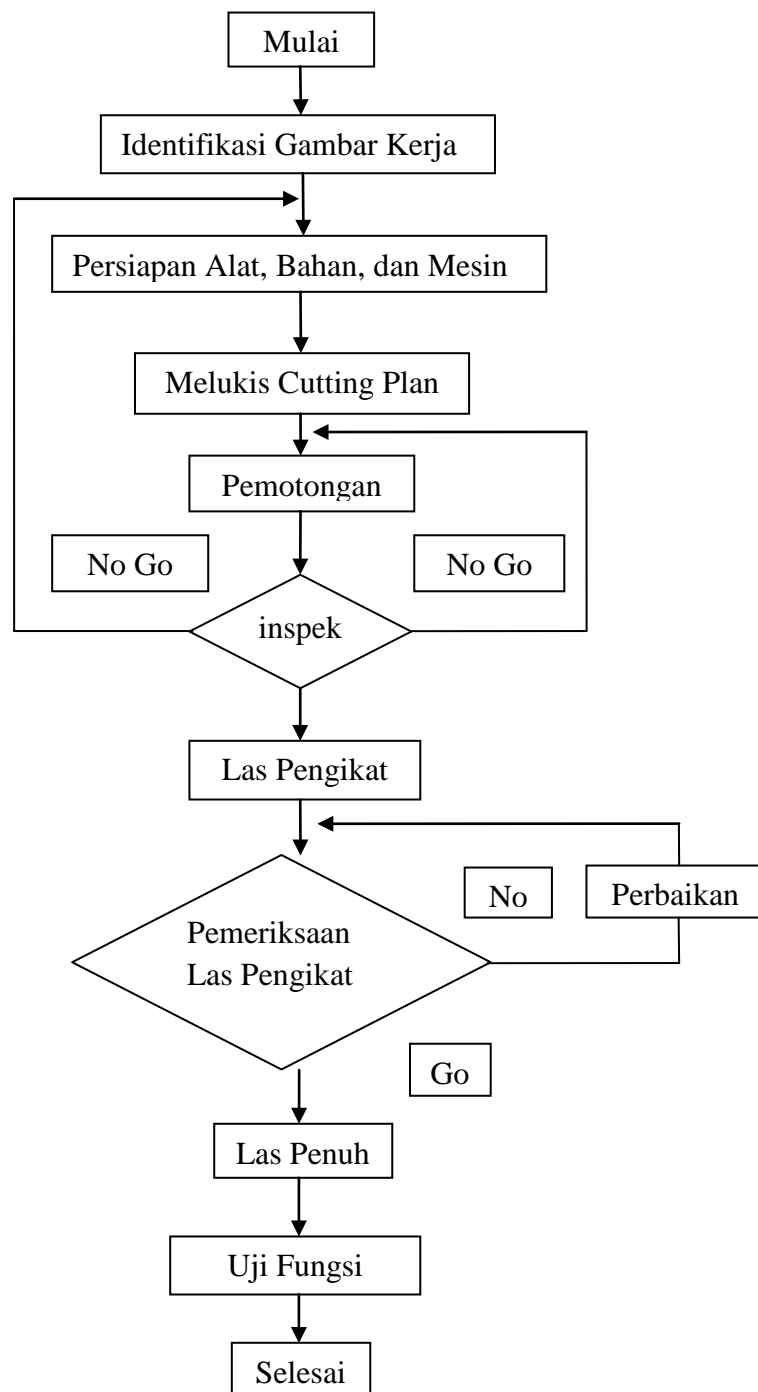
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) Tang | 5) Kunci T 12 |
| 2) Palu | 6) Kunci pas/ ring 12 |
| 3) Kunci inggris | 7) Kunci pas/ ring 14 |
| 4) Kunci pas/ ring 10 | 8) Kunci pas/ ring 19 |

G. Rencana Jadwal Pengerjaan

NO	Kegiatan	Waktu											
		Oktober 2014				Nopember 2014				Desember 2014			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pemikiran gagasan dan perencanaan	15	15	15									
2	Observasi dan pembelian komponen			12	15	15							
3	Pengerjaan proyek akhir						24	24	23	24	22		
4	pengujian											24	25
5	Pembuatan laporan											30	30

H. Rencana Langkah Kerja (*diagram alur kerja*)

Langkah kerja pembuatan rangka sepeda listrik difabel dapat dijelaskan dengan diagram alir proses kerja sebagai berikut :



I. Rencana Biaya Pembuatan

No	Nama Barang	Jumlah	Harga
1	Komstir	1	35.000
2	Besi Hollow 2 x 4 Cm	2	170.000
3	Kawat Las Listrik/elektroda	1	70.000
4	Mata gerinda	6	90.000
5	Pipa besi 5cm	1	20.000
6	Dempul + Hardner	3	30.000
8	Amplas	8	24.000
9	Cat utama / hitam dop	2	50.000
10	Setang	1	30.000
11	Porok	1	35.000
	Jumlah		554.000

J. Rencana Pengujian Rangka Sepeda Listrik

1. Pengujian dan Pemeriksaan sambungan las

Untuk menentukan baik dan tidaknya suatu cara pengelasan perlu diadakan suatu pengujian, pengujian yang dilakukan dengan cara pemeriksaan alur, pemeriksaan manik las dengan mata dan pengujian pengujian tak merusak. Pemeriksaan dengan mata untuk melihat adanya retak dan lubang pada permukaan manik las dengan pertolongan serbuk magnit atau cairan penembus

berwarna. Selain itu pengujian kekuatan sambungan las dilakukan dengan cara penghitungan sambungan las. Penghitungan sambungan las dilakukan untuk mengetahui kekuatan sambungan las pada rangka sepeda listrik yang telah selesai dibuat, apakah sambungan kekuatan las memenuhi pembebanan kekuatan kerangka pada sambungan las atau sebaliknya.

2. Pengujian Kinerja Rangka Sepeda Listrik Difabel. Setelah selesai dilakukan pembuatan rangka sepeda listrik difabel maka dilakukan pengujian. Pada pembuatan rangka sepeda listrik difabel pengujian yang dilakukan adalah kinerja kerangka pada saat kendaraan dijalankan. Pengujian kinerja ini digunakan untuk mengetahui kinerja sistem rangka dan komponen lainnya yang mendukung pada sepeda listrik difabel. Pengujian dilakukan dengan menjalankan kendaraan sepeda listrik sistem rangka berfungsi sebagai penompang beban serta memenuhi aspek-aspek dalam pembuatan atau tidak dan melakukan pengukuran dimensi pada rangka apakah ada yang berubah bentuk ukurannya atau tidak.

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

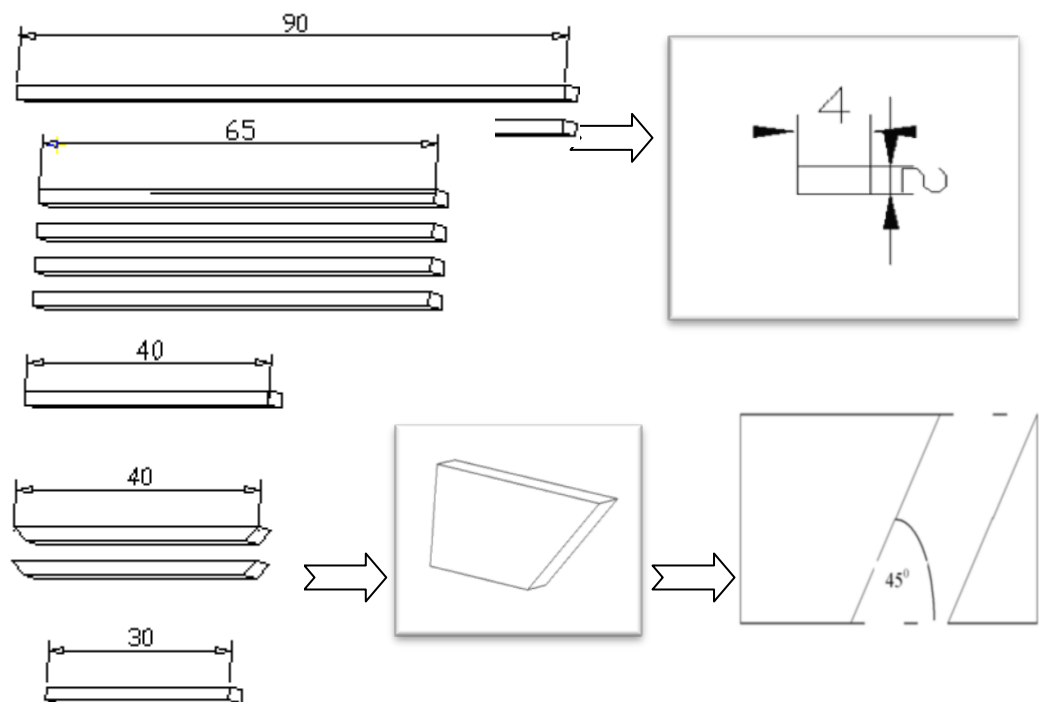
A. Proses Pembuatan Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Difabel

1. Proses Pemotongan

Setelah semua bahan pembuatan rangka sepeda listrik difabel lengkap. Proses selanjutnya yaitu proses pemotongan. Proses pemotongan harus sesuai ukuran pada skema rancangan pembuatan rangka sepeda listrik difabel. Berikut ini adalah bentuk potongan bahan yang sudah dipotong untuk pembuatan rangka utama, rangka penguat, rangka tempat duduk, dan rangka dudukan mesin.

a. Pemotongan batang untuk membuat rangka utama

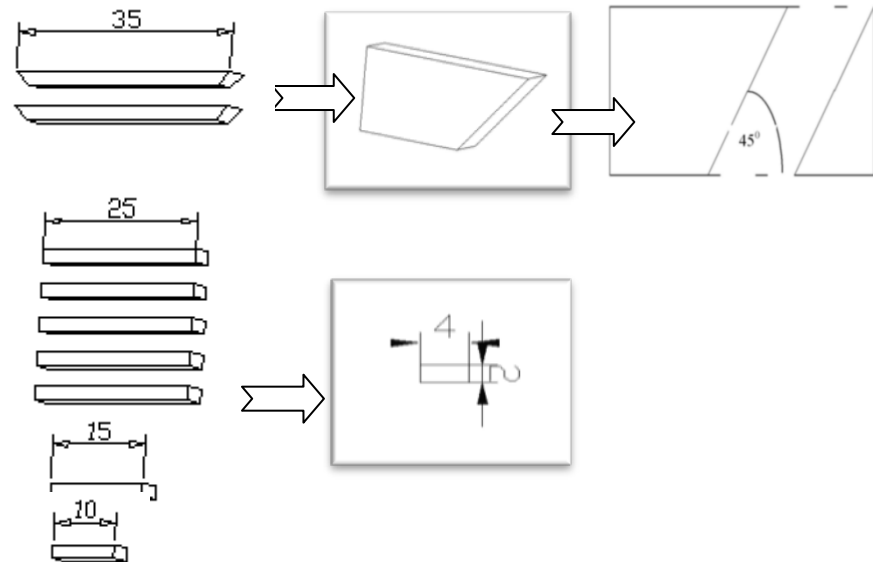
(Bahan yang digunakan *mild steel* besi hollow ukuran 4 x 2 cm)



Gambar 43. potongan besi hollow 4 x 2 cm untuk rangka tengah

b. Pemotongan batang untuk membuat rangka penguat

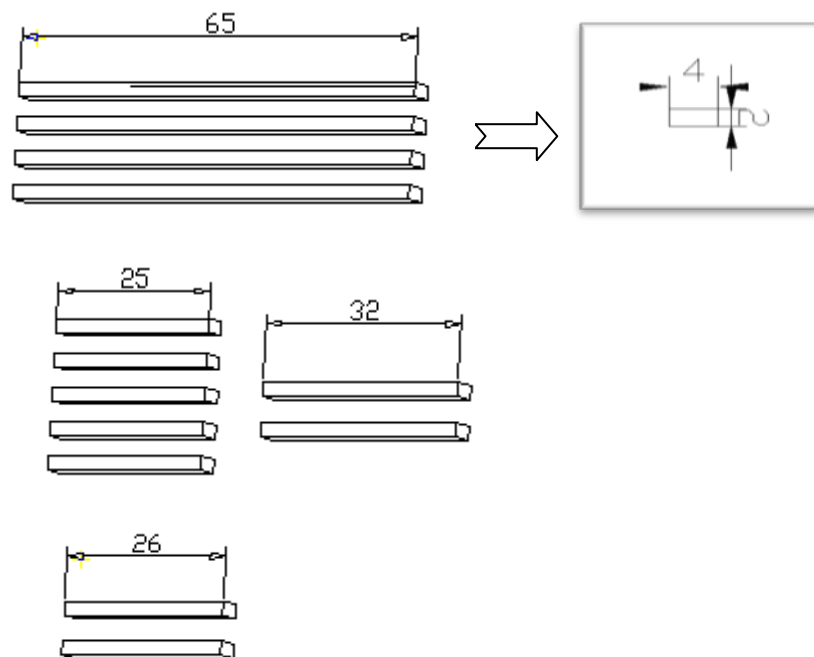
(Bahan yang digunakan *mild stell* besi hollow ukuran 4 x 2 cm)



Gambar 44. Gambar potongan besi hollow 4 x 2 cm untuk rangka penguat

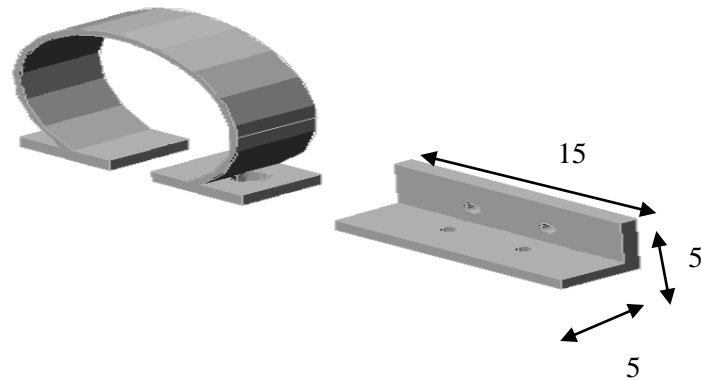
c. Pemotongan batang untuk membuat rangka penguat

(Bahan yang digunakan *mild stell* besi hollow ukuran 4 x 2 cm)



Gambar 45. Gambar potongan besi hollow 4 x 2 cm untuk rangka kursi

- d. Pemotongan batang untuk membuat rangka penguat
(Bahan yang digunakan besi siku dan plat besi sisa)




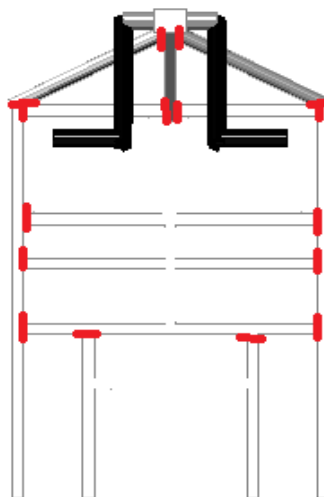
Gambar 46. Gambar bentuk potongan besi siku dan plat besi untuk
dudukan mesin

B. Proses Pengelasan Bagian – Bagian Rangka

1. Proses penyambungan rangka utama.

Keterangan gambar :


 = Sambungan las

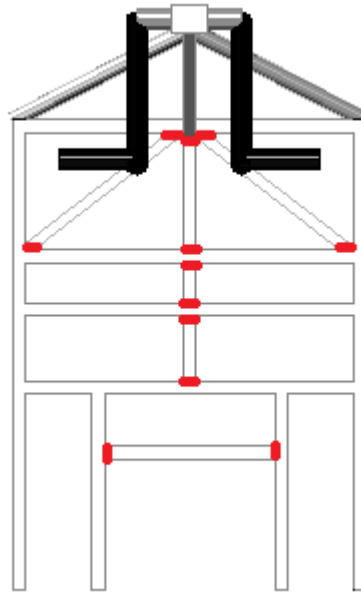


Gambar 47. Bagian rangka utama yang dilas

2. Proses penyambungan rangka penguat.

Keterangan gambar :


 = Sambungan las

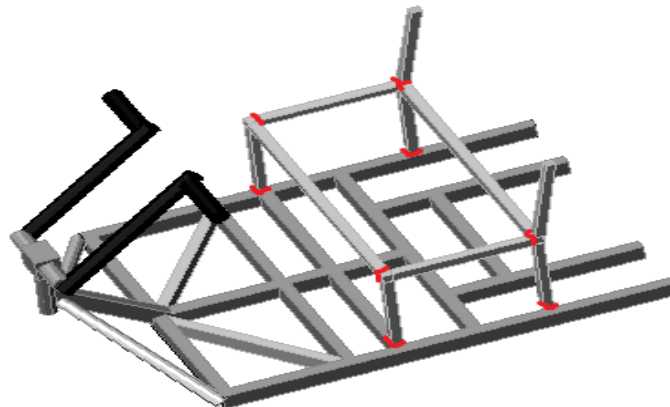


Gambar 48. Bagian rangka penguat yang dilas

3. Proses penyambungan rangka kursi.

Keterangan gambar :


 = Sambungan las

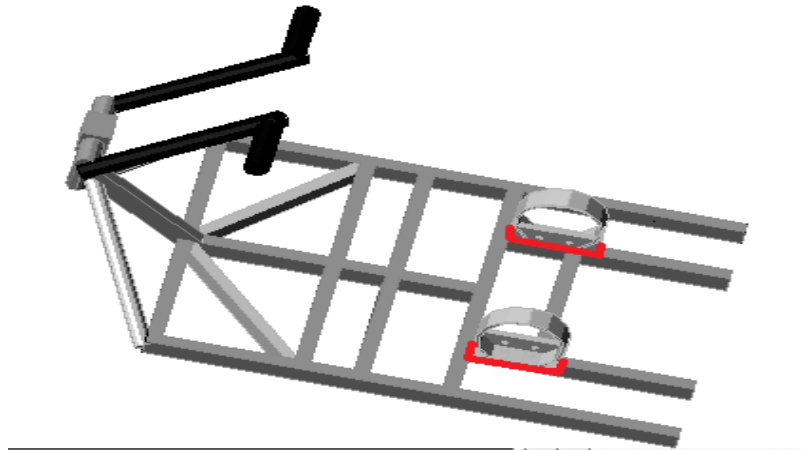


Gambar 49. Bagian rangka kursi yang dilas

4. Proses penyambungan rangka dudukan mesin.

Keterangan gambar :

 = Sambungan las



Gambar 50. Bagian rangka dudukan mesin yang dilas



Gambar 51. Setelah dilakukan pengelasan rangka

C. Proses Finising Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Difabel

Proses finishing dilakukan dengan membersihkan terak dan hasil pengelasan menggunakan palu terak, sikat baja, gerinda tangan dan ampas setelah rangka bersih, maka selanjutnya dilakukan proses pendempulan dan pengecatan dengan cat anti karat terlebih dahulu, selanjutnya pengecatan inti dengan cat Isamu warna hitam. Proses pengecatan dilakukan dengan menggunakan kompresor dan *flow air cup gun*. Bagian terakhir pemasangan boldes sebagai rantai dan penutup mesin



Gambar 52. Proses Finising

D. Perhitungan Waktu Teoritis Proses Pengerjaan

Waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga difabel

1. Proses Pemotongan Bahan

Proses pemotongan bahan dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda potong dan gergaji tangan. Proses ini dilakukan secara manual. Dalam proses ini dilakukan juga proses pengeboran pada bagian-bagian tertentu sesuai dengan gambar kerja. Proses pengeboran dilakukan dengan mesin bor meja dan mesin bor tangan. Mata bor yang digunakan adalah dengan bor Ø 10 mm.

2. Proses Pengelasan Rangka

Elektroda yang digunakan Ø 2,6 x 350 mm. Pengelasan dilakukan dengan manual tanpa bantuan robot las. Waktu yang dibutuhkan lebih banyak pada proses setting dan persiapan pengelasan.

Proses pengelasan dengan merangkai bagian rangka utama terlebih dahulu dilanjutkan pengelasan rangka tempat duduk dengan teknik las *tackweld*. Setelah semua bagian dipastikan kesikuan dan keseajarannya, selanjutnya dilakukan pengelasan penuh. Setelah semuanya di *tackweld* dan dilas penuh, selanjutnya dilakukan pengecekan semua bagian rangka baik kesikuan, kesejajaran, ataupun kesesuaian dengan komponen kendaraan tersebut.

3. Proses Finishing dan Pengelasan

Proses finishing dilakukan dengan membersihkan terak dan hasil pengelasan menggunakan palu terak, sikat baja, gerinda tangan dan ampas setelah rangka bersih, maka selanjutnya dilakukan proses pendempulan dan pengecatan dengan cat anti karat terlebih dahulu, selanjutnya pengecatan inti dengan cat Isamu warna hitam. Proses pengecatan dilakukan dengan menggunakan kompresor dan *flow air cup gun*.

E. Pengujian

Pengujian dilakukan guna membuktikan apakah komponen pada kendaraan sepeda listrik roda tiga difabel dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal perancangan. Dalam hal ini bisa dilihat apakah komponen kendaraan lainnya dapat terpasang pada rangka yang telah dibuat.

1. Uji Fungsional

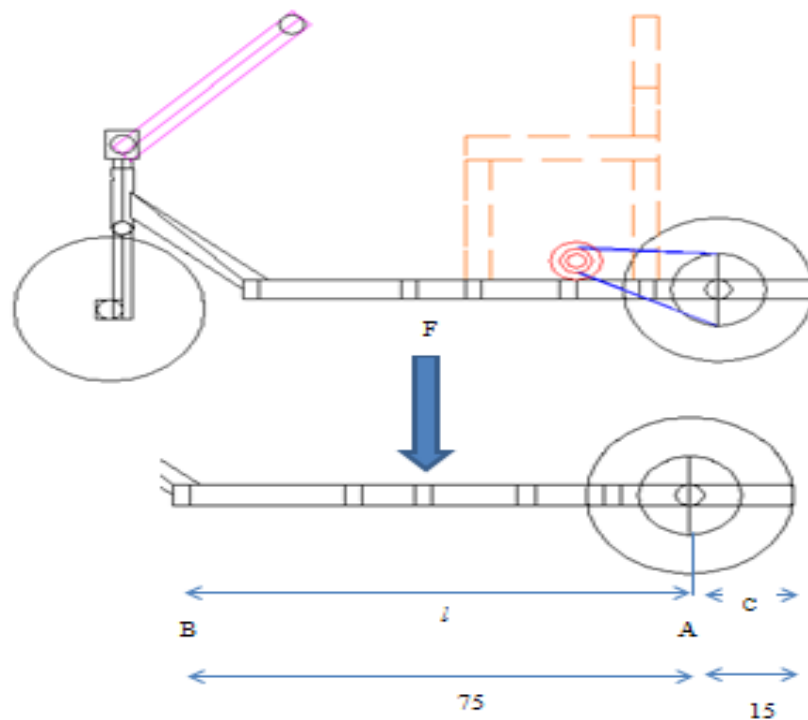
Setelah komponen kendaraan dan kelengkapannya terpasang pada rangka yang telah dibuat, kemudian kendaraan dijalankan. Apakah rangka tersebut mampu menahan beban kendaraan beserta pengemudinya, menahan guncangan jalan, dan getaran yang dihasilkan. Hasilnya rangka mampu menahan beban kendaraan beserta pengemudinya, menahan guncangan jalan dan getaran yang dihasilkan oleh mekanisme pengegrak sepeda listrik difabel tersebut dengan menebalkan busa tempat duduk dikarenakan tidak menggunakan suspensi. Uji fungsional dilakukan berulang kali dengan membebani kendaraan dengan cara menaikn 2 orang untuk naik diatas rangka kendaraan tersebut, selanjutnya kendaraan dijalankan untuk berkeliling lapangan. Hasilnya ternyata rangka mampu menahan beban 2 orang dan beban kendaraan tersebut pada saat dioperasikan.

2. Uji Secara Perhitungan

a. Perhitungan Tegangan Bengkok.

Tegangan bengkok pada batang yang terkena beban paling kritis.

Tegangan bengkok batang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:



Menghitung momen bengkok pada rangka

Rumus untuk menghitung momen bengkok sebagai berikut :

$$M_b = F \times l \dots\dots\dots(\text{Sukaswanto, M.Pd.: 2004})$$

Dimana :

M_b = Momen bengkok

F = Gaya yang menekan rangka / berat pengendara

l = Panjang rangka

Perhitungan Momen tahanan bengkok :

$$W_b = \frac{1}{6} \times b \times h^2 \dots\dots\dots(\text{Sukaswanto, M.Pd.: 2004})$$

Dimana :

b = Lebar penampang / titik tumpu paling kritis

h = Tinggi penampang / diameter besi pipa

Wb = Momen tahanan bengkok penampang.

Perhitungan tegangan bengkok :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots(\text{Sukaswanto, M.Pd.: 2004})$$

Dimana :

σ_b = Tegangan Bengkok

Mb = Momen bengkok

Wb = Momen tahanan bengkok

Diketahui :

F = 80 kg

L = 750 mm

b = 375 mm

h = 40 mm

Ditanyakan :

a.Mb =?

b. Wb =?

$$c. \sigma_b = \dots\dots?$$

Penyelesaian :

$$a. Mb = F \times L$$

$$Mb = 80 \times 750 = 60000 \text{ kg.mm}$$

$$b. Wb = \frac{1}{6} \times b^2 \times h$$

$$Wb = \frac{1}{6} \times 375^2 \times 40$$

$$= 937500 \text{ mm}^3$$

$$c. \sigma_b = \frac{Mb}{Wb}$$

$$\sigma_b = \frac{60000}{937500} = 0,064 \text{ kg/mm}^2$$

Jika $1 \text{ kg/mm}^2 = 9,81 \text{ N/mm}^2$, maka $\sigma_b = 0,064 \text{ kg/mm}^2 \times 9,81 = 0,628 \text{ N/mm}^2$. Diasumsikan bahan untuk membuat rangka sepeda listrik difabel yang digunakan adalah baja ST 37, dengan $\sigma_b = 360 \text{ N/mm}^2$, faktor keamanan (sf) yang dipakai adalah 4 (Tabel Faktor Keamanan, R S, Khurmi).

Tegangan bengkok ijin bahan dengan angka keamanan 4 yaitu :

$$\sigma_{b \text{ ijin}} = \frac{\sigma_b}{sf} = \frac{360}{4} = 90 \text{ N/mm}^2$$

Sehingga di dapat $\sigma_b < \sigma_{bijin}$ (rangka yang digunakan aman untuk menopang beban pengendara).

b. Perhitungan Kekuatan Las

Sambungan las pada sepeda listrik difabel ditinjau dari pengelasan, jenis sambungan yang digunakan adalah sambungan las sudut.

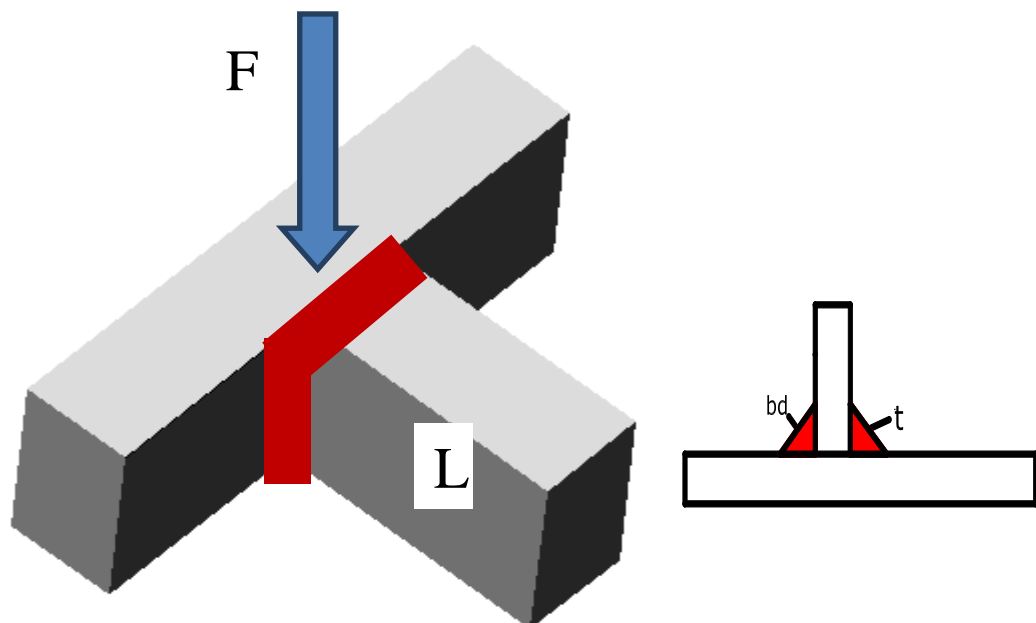
Jenis elektroda yang digunakan E 60 13 spesifikasi elektroda diketahui :

E 60 = kekuatan tarik terendah setelah dilaskan adalah 60.000 psi atau
 420 N/mm^2

1 = posisi pengelasan mendatar, vertikal atas kepala dan Horizontal

3 = jenis listrik adalah Dc, diameter elektroda 2,6 mm.

Perhitungan las yang akan di hitung adalah berat dari pengendara, di asumsikan berat dari seorang pengendara 80 kg, dan beban dari pengendara ini akan menjadi dasar perhitungan lasan.



Gambar 54. Perhitungan Sambungan Las

Diketahui :

- a. F = 80 kg
- b. Panjang las (l) = 20 mm
- c. Tebal leher las (t) = 3 mm

Untuk mencari las sudut fillet ganda kekuatan lasan dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_t = \frac{F}{1,414.t.l}$$

untuk mencari luas leher las dengan menggunakan rumus :

$$a = BD = \frac{t}{\sqrt{2}}$$

Penyelesaian :

- Mencari L_{bersih} pengelasan

$$a = BD = \frac{t}{\sqrt{2}} = \frac{3}{1,41} = 2,12 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{bersih}} &= L_{\text{kotor}} - 2 \cdot a \\ &= 20 \text{ mm} - 2 \cdot 2,12 \\ &= 20 \text{ mm} - 4,24 = 15,76 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Tegangan tarik pada penampang las

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{F}{1,414.t.l} \\ &= \frac{80}{1,414.3.15,76} \\ &= \frac{80}{66,853} = 1,197 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Jika $1 \text{ kg/mm}^2 = 9,81 \text{ N/mm}^2$, maka $\sigma_t = 1,197 \text{ kg/mm}^2 \times 9,81 = 11,743 \text{ N/mm}^2$

➤ Tegangan tarik ijin las

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{tarik ijin}} &= 0,5 \times \sigma_t \text{ pada elektroda} \\ &= 0,5 \times 420 \text{ N/mm}^2 \\ &= 210 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Dari perhitungan kekuatan sambungan las di atas, maka diperoleh tegangan pengelasan $11,743 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan ini masih aman karena masih di bawah tegangan ijin pengelasan dengan menggunakan elektroda kode E 6013 yang memiliki tegangan tarik ijin sebesar 210 N/mm^2 . ($\sigma_t < \sigma_{\text{tarik ijin}}$ (kekuatan las aman)).

F. Pembahasan

Dalam pembuatan sepeda listrik roda tiga difabel ini menggunakan stall kotak besi hollow ukuran $4 \times 2 \text{ cm}$. Seperti halnya proses pembuatan suatu produk, pasti akan ditemukan beberapa permasalahan. Beberapa permasalahan yang dihadapi dalam proses pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga difabel diantaranya ; pada saat pemotongan bahan. Hasil pemotongan kurang presisi, sehingga pada saat proses pengelasan terjadi celah yang cukup besar diantara sambungan dan juga kurang tepat dalam setting kesikuan antar komponen. Oleh karena itu dibutuhkan waktu penyetelan yang cukup lama.

Untuk mendapatkan hasil pemotongan stall kotak besi hollow yang sesuai ukuran baik panjang maupun kesikuannya, maka diperlukan proses pengukuran dan penggoresan yang jelas. Alat ukur yang digunakan adalah mistar gulung dan

pengaris siku. Pada saat melakukan goresan penggaris siku digunakan untuk menyikukan goresan sehingga goresan yang dihasilkan benar-benar siku dan harapannya hasil pemotongan bisa sesuai dengan goresan yang ada.

Setelah semua bahan yang dipotong sesuai ukuran kemudian dilakukan pengelasan. Dalam proses pengelasan rangka sepeda listrik roda tiga difabel digunakan mesin transformator las dan menggunakan elektroda Ø 2,6 x 350 mm. Pembuatan rangka dimulai dari pembuatan bagian-bagian rangka utama dilanjutkan pembuatan rangka tempat duduk. Agar memperoleh hasil rangka yang siku atau presisi digunakan penyiku kemudian pengelasan dengan *tack weld* terlebih dahulu. Proses *tack weld* dimaksudkan bisa meminimalisir kesalahan kesikuan pada saat pengelasan rangka. Jika terjadi ketidak siku bisa segera diperbaiki dengan cara memukul bagian komponen dengan menggunakan palu, tanpa harus melakukan penggerindaan atau pemotongan setelah dilakukan pengelasan penuh. Setelah rangka proses *tack weld* kemudian dilanjutkan dengan pengelasan penuh. Setelah semua komponen rangka terangkai dengan baik lakukan penggerindaan untuk menghilangkan sisa pengelasan yang diinginkan. Kemudian memasang kelengkapan komponen sepeda listrik lainnya pada rangka, misal sistem penggerak.

Setelah sepeda listrik difabel selesai kemudian dilakukan pengujian rangka baik uji fungsional maupun pengujian secara hitungan. Dengan pengujian ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan rangka sepeda listrik difabel sebenarnya apakah aman dan layak digunakan apa tidak. Dari hasil uji fungsional ternyata rangka mampu menahan beban kendaraan berserta pengemudinya, menahan

guncangan jalan dan getaran yang dihasilkan oleh mekanisme penggerak sepeda listrik difabel tersebut dengan cara menebalkan busa tempat duduk dikarenakan tidak menggunakan suspensi. Uji fungsional dilakukan berulang kali dengan membebani kendaraan dengan cara menaikn 2 orang untuk naik diatas rangka kendaraan tersebut, selanjutnya kendaraan dijalankan untuk berkeliling lapangan. Hasilnya ternyata rangka mampu menahan beban 2 orang dan beban kendaraan tersebut pada saat dioperasikan.

Uji perhitungan rangka yaitu perhitungan tegangan bengkok dan perhitungan kekuatan las. Dalam perhitungan tegangan bengkok didapatkan hasil perhitungan tegangan bengkok $\sigma_b = 0,6 \text{ kg/mm}^2 = 5,86 \text{ N/mm}^2$ ternyata dengan mengasumsikan bahan untuk membuat rangka sepeda listrik difabel yang digunakan adalah baja ST 37, dengan $\sigma_b = 360 \text{ N/mm}^2$, faktor keamanan (sf) yang dipakai adalah 4 menurut Tabel Faktor Keamanan, R S, Khurmi tegangan bengkok ijin $\sigma_{b \text{ ijin}} = 90 \text{ N/mm}^2$

Ternyata didapatkan $\sigma_b < \sigma_{b \text{ ijin}}$ sehingga rangka yang digunakan aman untuk menopang beban pengendara.

Selain itu hasil perhitungan sambungan las juga diperoleh tegangan pengelasan $11,743 \text{ N/mm}^2$, tegangan ini masih aman karena masih di bawah tegangan ijin pengelasan dengan menggunakan elektroda kode E 6013 yang memiliki tegangan tarik ijin sebesar 210 N/mm^2 . $\sigma_t < \sigma_{\text{tarik ijin}}$.

Dari hasil uji fungsional dan uji perhitungan tegangan bengkok maupun uji kekuatan sambungan las menunjukan bahwa rangka sepeda listrik difabel aman dan layak digunakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga difabel yang telah kami lakukan, maka dapat kami simpulkan sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan untuk pembuatan rangka adalah *mild stell* besi hollow ukuran 4 x 2 cm, pipa besi 5 cm, dan komstir beserta porok dan setang . Peralatan dan alat yang digunakan untuk proses pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga difabel adalah sebagai berikut : Peralatan untuk menggambar *cutting plan* meliputi : mistar gulung, penggaris, penggaris siku, penggores, kapur. Peralatan untuk memotong bahan meliputi : gergaji tangan, dan mesin gerinda tangan. Peralatan untuk las meliputi : mesin las transformator las, elektroda AWS E 6013 (panjang 350 x Ø 2,6 mm), penggaris siku, tang, palu terak, sikat baja, dan perlengkapan K3. Peralatan proses *finishing* meliputi : gerinda tangan, sikat baja, palu terak, amplas, kompresor, *cup flow gun* dan *spray gun*.

Proses pembuatan rangka meliputi : Proses pertama yaitu pemotongan bahan kemudian dilanjutkan proses perakitan dengan pengelasan sambungan rangka utama kemudian rangka tempat duduk. Proses perakitan dilakukan dengan las pengikat terlebih dahulu, setelah rangka benar-benar presisi, siku, dan sesuai ukuran, kemudian dilakukan pengelasan penuh dengan mesin las transformator elektroda AWS E 6013 panjang 350 x Ø 2,6 mm. Proses finishing yaitu proses pengecatan dengan menggunakan kompresor serta perlengkapannya.

2. Hasil uji fungsional sepeda listrik difabel yang dilakukan berulang kali dengan membebani kendaraan mengangkut 2 orang kemudian kendaraan dijalankan untuk berkeliling lapangan ternyata hasilnya rangka mampu menahan beban 2 orang dan beban kendaraan. Hasil uji perhitungan tegangan bengkok $\sigma_b = 0.628 \text{ N/mm}^2$, diketahui bahwa tegangan bengkok ijin $\sigma_{b \text{ ijin}} = 90 \text{ N/mm}^2$, karena $\sigma_b < \sigma_{b \text{ ijin}}$ maka sepeda listrik difabel sehingga rangka yang digunakan aman untuk menopang beban pengendara. Hasil uji perhitungan kekuatan sambungan las $\sigma_t = 11,743 \text{ N/mm}^2$, diketahui tegangan tarik ijin $\sigma_{\text{tarik ijin}} = 210 \text{ N/mm}^2$, karena $\sigma_t < \sigma_{\text{tarik ijin}}$ maka kekuatan las rangka sepeda difabel aman.

B. Saran

Setelah dilakukan pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga difabel, terdapat saran sebagai langkah pengembangan dan penyempurnaan kendaraan sebagai berikut :

1. Sebelum memulai dengan pekerjaan sebaiknya persiapkan semuanya terlebih dahulu mulai dari menggambar kerja, peralatan yang digunakan, dan keselamatan kerja.
2. Untuk pengelasan sebaiknya dilakuak las pengikat terlebih dahulu setelah sesuai dengan yang diharapkan baru dilakukan pengelasan secara penuh.
3. Gunakan alat keselamatan kerja pada saat melakukan pekerjaan di bengkel maupun peralatan yang dimiliki.

4. Kendaraan sepeda listrik roda tiga difabel dirasa masih ada kekurangan, kedepannya diharapkan dapat disempurnakan lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (tt). *Sepeda motor Montrada*. www.bursamotor8.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Sepeda motor Viar*. <http://cekspot.com>. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Bajaj*. www.kaskus.co.id. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Penggiling padi keliling*. www.lintas.me. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Sepeda ontel roda tiga*. www.gowesbike.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Penggaris siku*. dunialawas.blogspot.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Mistar Baja*. ac03.blogspot.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Mistar Gulung*. shidiqzz.wordpress.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Berbagai Macam Gergaji Tangan*. www.indonetwork.co.id. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Gerinda Tangan*. www.tokopedia.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Mesin Gerinda Potong*. dabdulqodi.blogspot.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Palu Terak*. rudinimulyaindustrialengineeringumb.blogspot.com. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Sikat Baja*. perkakasindustri.indonetwork.co.id. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Perlengkapan keselamatan kerja*. <http://1.bp.blogspot.com>. Diakses pada 1 Juni 2015
- Anonim. (tt). *Alat keling / rivet dan paku keling*. forum.chip.co.id. Diakses pada 1 Juni 2015

Anonim. (tt). *Amplas*. kasamago.wordpress.com . Diakses pada 1 Juni 2015

Anonim. (tt). *Gpray Gun*. www.gison.com.tw . Diakses pada 1 Juni 2015

Anonim. (tt). . *Las Busur Listrik Elektroda Terbungkus*.
spriono.wordpress.com. Diakses pada 1 Juni 2015

Anonim. (tt). *Cacat Retak pada Logam Lasan*. *Binaaji. Wordpress. Com* .
Diakses pada 1 Juni 2015

Heinz Frick. (1979). *Mekanika Teknik 1 Statika dan Kegunaannya*.
Yogyakarta : Kanisius

Sukaswanto, (2004). *Statika dan Kekuatan Material*. Yogyakarta : Fakultas
Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Jurusan pendidikan Teknik
Otomotif

Tata Surdia, dan. Shinroku Saito. (tt). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta :
PT Pradnya Paramita

LAMPIRAN



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Davostyan Danovan

No. Mahasiswa : 11509134017

Judul PA/TAS : Pembuatan Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Untuk Kaum Difabel

Dosen Pembimbing : Sudiyanto, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	rabu / 15 april 2015	Bab I	Identifikasi masalah kurang	
2			Jelas	
3	rabu / 29 april 2015	bab I	Acc Bab I	
4				
5	senin / 11 mei 2015	bab II	Contoh gambar kendaraan	
6			kurang detail	
7				
8	senin / 15 mei 2015	bab II	rumus awal dan kurag	
9			Jelas	
10	rabu / 17 juni 2015	bab II	Acc bab II	
11				
12	rabu / 24 juni 2015	bab III	Analisis kendaraan	
13			kurang detail	
14				
15				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PA/TAS



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Davostyan Danovan
No. Mahasiswa : 11509134017
Judul P/ATAS : Pembuatan Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Untuk Kaum Difabel
Dosen Pembimbing : Sudiyanto, M.Pd

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	Senin / 24 maret 2015	bab III	gambar Teknik	fu
2			dasar Jelas	
3	Kamis / 10 SEP 2015	bab III	Ace bab III	fu
4				
5	Jumat / 11 SEP 2015	bab IV	Perenggan besi tebal	fu
6			keuntungan	
7	Kamis / 17 SEP 2015	bab IV	Ace bab IV	fu
8				
9	Kamis / 1 SEP 2015	bab V	Perenggan Jelas	fu
10			gambar	
11	Jumat / 20 SEP 2015	bab V	Ace bab V	fu
12				
13	Senin / 5 OKT 2015		Ace Bab I - V	fu
14				
15				

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali. Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan P/ATAS

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
 Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 554690

LEMBAR KONTRAK REVISI LAPORAN PROYEK AKHIR/ TUGAS AKHIR SKRIPSI *)

Nama Mahasiswa : DAVOSTYAN DANOVAN
 NIM : 11509134017
 Program Studi : Teknik Otomotif D3/ Pendidikan Teknik Otomotif S1 *)
 Judul PA/ TAS *) : Pembuatan Rangka Sepeda Listrik Roda Tiga Untuk Kaum Difabel

No	Aspek yang Direvisi	Ket
1	Perubahan Judul **)	
2	Revisi Laporan Proyek Akhir/ Tugas Akhir Skripsi *) a. Bedakan antara analisis dan kata lepar dan pelajaran kata tulis yg baik. b. Pelajari cara menulis daftar pustaka dan sematkan antara kutipan dg daftar c. pustaka. d. Semua tabel yang dicetak miring, bergaris atas cetak, dll. e. Baca buku pedoman Proyek Akhir dan cermati masing-masing Bab.

Batas Waktu Revisi :

Ket:

*) Coret yang tidak perlu

**) Diisi apabila terjadi perubahan judul

Mahasiswa yang diuji



(11509134017)
 NIM.

Dosen Penguji



(Lilik Chaerul Y. M. Pd.)
 NIP. 19570217 198303 1 002



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : Davostyan Danovan
No. Mahasiswa : 11509134017
Judul PA D3/S1 : Pembuatan rangka sepeda listrik roda tiga untuk kaum
difabel
Dosen Pembimbing : Sudiyanto M.Pd

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Sudiyanto., M.Pd	Ketua Penguji		24/5-2016.
2	Lilik Chaerul Y., M.Pd.	Sekretaris Penguji		24/5-2016
3	Amir Fatah., M.Pd.	Penguji Utama		24/4'16.

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1