

RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Ahli Madya



Oleh :

BENY SETIYAWAN

NIM: 18609010

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK MESIN OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2012**

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas

Sebelas Maret Surakarta

dengan judul :

RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK

Disusun oleh :

BENY SETYAWAN

NIM : 18609010

Telah dapat disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Surakarta,

Pembimbing I



Prof. Muhammad Nizam, Ph.D

NIP : 19700720 199903 1 001

Pembimbing II



Usaidillah, S.T., M.Sc.

NIP : 19840825 201012 1 004

Mengetahui,

Ketua program studi Diploma III Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret



Heru Sukanto, S.T., M.T.

NIP : 19720731 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah sebagai ungkapan rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Ahli Madya dan untuk menyelesaikan program studi DIII Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penulisan laporan ini, penulis banyak mengalami kesulitan, tetapi berkat bimbingan dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikannya. Sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Muhammad Nizam, Ph. D. selaku dosen pembimbing I Proyek Akhir.
2. Bapak Ubaidillah, ST, M.Sc. selaku dosen pembimbing II Proyek Akhir .
3. Bapak Heru Sukanto, ST. MT. selaku ketua jurusan DIII Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.
5. Teman-teman D3 Teknik Mesin Otomotif 2009 yang telah memberi masukan-masukan yang membangun.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, maka segala sesuatu yang merupakan kritikan dan saran yang membangun sangat kami harapkan dalam kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya penulis hanya bisa berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca baik dari kalangan akademik maupun lainnya.

Surakarta, Desember 2012

Penulis

RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK

Beny Setiyawan

ABSTRAK

Saat ini banyak kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber tenaganya. Hal ini menyebabkan cadangan minyak menipis dan timbulnya polusi udara. Kendaraan dengan bahan bakar alternatif merupakan kendaraan yang tepat untuk digunakan pada saat ini. Sepeda listrik merupakan salahsatu kendaraan dengan bahan bakar alternatif. Sepeda listrik menggunakan tenaga baterai sebagai sumber tenaganya.

Sepeda listrik terdiri dari dua bagian utama yaitu sepeda dan komponen kelistrikan. Sepeda dibuat dengan urutan proses pengelasan rangka kemudian merakit komponen sepeda. Komponen kelistrikan yang terdiri dari batere, kontroler, grip gas dan motor dirangkaikan dan dihubungkan menjadi satu dengan sepeda.

Dari hasil pengujian didapatkan, sepeda listrik mampu menempuh jarak 30 km dan mampu mencapai kecepatan 36 km/jam.

Kata kunci : bahan bakar alternatif, sepeda listrik, komponen

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Abstrak.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Proyek Akhir.....	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Proyek Akhir.....	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Sepeda Listrik.....	4
2.2. Mekanisme Kerja Sepeda Listrik.....	4
2.3. Motor Listrik.....	5
2.4. Cara Kerja Motor Listrik.....	6
2.5. Jenis- jenis Motor Listrik.....	7
2.6. Motor Listrik DC.....	8
2.6.1. Jenis- jenis Motor DC.....	10
2.7. Batere Lithium.....	12
2.7.1. Kelebihan dan Kekurangan Batere Lithium.....	13
2.8. Arah Arus Listrik.....	14
2.9. Hukum OHM.....	15
2.10. Menghitung Kecepatan.....	15
2.11. Kecepatan Sudut.....	15
2.12. Torsi.....	16

2.13. Momen Inersia.....	16
2.14. Daya.....	17
2.15. Tahanan Gelinding.....	18
2.16. Hukum Newton.....	18
2.16.1. Hukum Newton I.....	18
2.16.2. Hukum Newton II.....	18
2.16.3. Hukum Newton III.....	19

BAB III PERENCANAAN DAN GAMBAR

3.1. Alur Perencanaan.....	20
3.2. Sistem Keseluruhan.....	21
3.3. Rangka.....	21
3.3.1. Rangka Utama.....	21
3.3.2. Lengan Ayun.....	22
3.4. Motor Penggerak.....	23
3.5. Sumber Tenaga.....	26

BAB IV PEMBUATAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Alat dan Bahan.....	27
4.1.1. Alat.....	27
4.1.2. Bahan.....	27
4.2. Proses Pembuatan.....	28
4.2.1. Pembuatan Rangka.....	28
4.2.2. Pengecatan Rangka.....	35
4.3. Pembuatan Box Batere.....	37
4.4. Proses Perakitan.....	38
4.5. Hasil Sepeda Listrik.....	38
4.6. Uji Jalan Sepeda Listrik.....	39
4.6.1. Kecepatan Sepeda Listrik.....	39
4.6.2. Menghitung Jarak Maksimal Sepeda Listrik.....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Sepeda listrik</i>	5
Gambar 2.2	<i>Prinsip kerja motor listrik</i>	6
Gambar 2.3	<i>Jenis – jenis motor listrik</i>	7
Gambar 2.4	<i>Motor listrik dc</i>	9
Gambar 2.5	<i>Motor DC seri</i>	10
Gambar 2.6	<i>Motor DC Shunt</i>	11
Gambar 2.7	<i>Motor DC Compound</i>	11
Gambar 2.8	<i>Batere Lithium</i>	12
Gambar 2.9	<i>Rumus- rumus momen inersia</i>	17
Gambar 3.1	<i>Flow Proses perencanaan pembuatan sepeda listrik</i>	20
Gambar 3.2	<i>Diagram sistem keseluruhan</i>	21
Gambar 3.3	<i>Rangka utama sepeda listrik</i>	21
Gambar 3.4	<i>Lengan ayun sepeda listrik</i>	22
Gambar 3.5	<i>Rangka sepeda listrik</i>	22
Gambar 3.6	<i>Free Body Diagram Sepeda Listrik</i>	23
Gambar 3.7	<i>(a) Roda, (b) Motor Penggerak</i>	26
Gambar 4.1	<i>Penampang pipa rangka sepeda</i>	28
Gambar 4.2	<i>Panjang rangka sepeda</i>	29

Gambar 4.3	<i>Pola rangka lengan ayun</i>	30
Gambar 4.4	<i>Penguat lengan ayun.....</i>	30
Gambar 4.5	<i>(a), (b) dan (c) Hasil penggergajian pola lengan ayun</i>	31
Gambar 4.6	<i>Proses pengelasan.....</i>	32
Gambar 4.7	<i>Sambungan rangka.....</i>	32
Gambar 4.8	<i>Pengelasanudukan pengayuh dan dudukan stang kemudi</i>	33
Gambar 4.9	<i>Ukuran sudut dudukan-dudukan</i>	34
Gambar 4.10	<i>Sudut lengan ayun</i>	34
Gambar 4.11	<i>Lengan ayun setelah dilas</i>	35
Gambar 4.12	<i>Proses pengecatan.....</i>	36
Gambar 4.13	<i>Hasil Sepeda Listrik</i>	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil memiliki tiga ancaman serius, yakni: (1) Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui, (2) Kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak dan (3) Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil. Kadar CO₂ saat ini disebut sebagai yang tertinggi selama 125.000 tahun belakangan. Bila ilmuwan masih memperdebatkan besarnya cadangan minyak yang masih bisa dieksplorasi, efek buruk CO₂ terhadap pemanasan global telah disepakati hampir oleh semua kalangan. Hal ini menimbulkan ancaman serius bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi kendaraan dengan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan perlu mendapatkan perhatian serius dari berbagai negara (Kurniawan, 2010).

Kendaraan bahan bakar alternatif adalah kendaraan yang dapat beroperasi menggunakan bahan bakar selain bahan bakar fosil. Sebagai contoh kendaraan tersebut adalah kendaraan elektrik, kendaraan elektrik hibrida dan kendaraan energi surya. Karena beberapa faktor di atas, maka pengembangan kendaraan bahan bakar alternatif telah menjadi prioritas utama bagi pemerintah dan produsen otomotif di banyak negara di dunia terutama di Indonesia (www.wikipedia.org, diakses pada 22 Pebruari 2013).

Sepeda listrik merupakan salah satu kendaraan dengan bahan bakar alternatif. Sepeda listrik memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya. Energi listrik digunakan untuk diubah menjadi energi gerak. Untuk mengubah energi listrik tersebut menjadi energi gerak, dibutuhkan motor listrik atau sering disebut dinamo listrik. Dinamo listrik ini menjadi sebuah inti mesin atau penggerak utama di sepeda listrik (www.wikipedia.org, diakses pada 22 Pebruari 2013).

Sepeda listrik sangat cocok apabila diterapkan sebagai salah satu kendaraan yang ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, antara lain adalah (1) Indonesia beriklim tropis dan panas, sehingga bersepeda menjadi salah satu olahraga yang diminati. (2) Sepeda listrik sangat cocok dipakai oleh pengguna yang tinggal di daerah kabupaten atau kota kecil untuk bekerja dengan jarak tempuh maksimal 12 km. (3) Sepeda Listrik aman bagi lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang. (Ali, 2011)

Melihat kenyataan tersebut, tugas akhir ini fokus untuk merancang dan membuat sepeda listrik. Sepeda listrik yang dibuat adalah menggunakan konsep bentuk sepeda downhill yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada laporan tugas akhir ini adalah bagaimana merancang, membuat serta uji jalan sepeda listrik.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini adalah mahasiswa dapat:

1. Membuat purwarupa sepeda listrik.
2. Menghitung beban maksimal yang dapat digerakkan oleh motor.
3. Uji jalan purwarupa sepeda listrik yang telah dibuat.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan tugas akhir ini adalah :

1. Komponen elektronik mengambil dari paket kelistrikan sepeda listrik.
2. Uji jalan sepeda listrik hanya pada kecepatan dan jarak maksimal sepeda
3. Pengujian dilakukan dengan asumsi jalan yang mendatar.

1.5. Manfaat Proyek Akhir

Proyek akhir ini mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Secara Teoritis

Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan tentang perencanaan, pembuatan, dan pengujian sepeda listrik.

2. Secara Praktis

Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang diperoleh selama kuliah khususnya dalam bidang mata kuliah kerja bangku dan plat, permesinan, mekanika teknik, ilmu teknik pengelasan, serta mengetahui karakteristik setiap komponen yang digunakan beserta cara kerjanya.



BAB II

DASAR TEORI

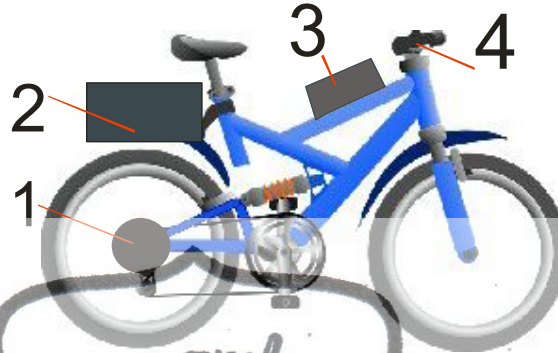
2.1. Sepeda Listrik

Sepeda listrik merupakan manifestasi akan kebutuhan manusia akan alat transportasi yang bisa menggabungkan bonafit segi kesehatan dan ramah lingkungan dari sebuah sepeda onthel/ konvensional dengan kenyamanan berkendara dari sebuah kendaraan bermotor. Sebuah standar menyatakan bahwa sebuah sepeda yang dibantu tenaga listrik boleh menggunakan motor dengan daya maksimal sebesar 500 watt untuk masih dapat dikategorikan sebagai sepeda biasa dalam lalu-lintas. (Surya, 2011)

Sepeda listrik adalah kendaraan yang ramah lingkungan. Kendaraan ramah lingkungan itu sendiri adalah kendaraan yang dianggap ramah lingkungan. Ini dicapai dengan cara mengurangi konsumsi petroleum atau lebih baik lagi menggunakan sumber energi terbarukan sebagai bahan bakar. Sumber tenaga yang digunakan oleh sepeda listrik tidak berasal dari bahan bakar minyak melainkan adalah sebuah baterai. Baterai sendiri adalah sumber tenaga yang menghasilkan listrik. Oleh karena itu, sepeda listrik dapat dikatakan sebagai kendaraan yang ramah lingkungan (www.wikipedia.org, diakses tanggal 17 Februari 2013).

2.2. Mekanisme Kerja Sepeda Listrik

Mekanisme kerja dari sepeda listrik adalah sangat sederhana. Sepeda listrik memanfaatkan sumber tenaga yang berupa baterai yang digunakan untuk menggerakkan motor yang digunakan untuk menjalankan sepeda. Di dalam kerjanya, sepeda listrik dilengkapi oleh sebuah controller yang salah satu fungsinya adalah mengatur kecepatan motor. Berikut akan dijelaskan beberapa bagian dari sepeda listrik.



Gambar 2.1. Sepeda Listrik

Gambar 2.1 adalah gambar lengkap sepeda listrik dimana bagian-bagiannya diurutkan sebagai berikut:

1. Kit sepeda listrik.

Kit adalah sebuah motor DC yang merupakan penggerak utama dari sepeda listrik.

2. Baterai.

Baterai merupakan sumber energi listrik yang digunakan pada sepeda listrik.

3. Controller.

Controller digunakan untuk mengontrol dan menampilkan status semua fitur yang ada pada sepeda listrik.

4. Grip gas.

Grip gas digunakan untuk mengatur kecepatan sepeda listrik.

2.3. Motor Listrik

Motor listrik adalah perangkat elektronik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar perangkat lain semisal blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dan lain-lain. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di

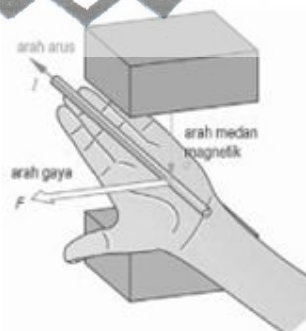
industri (Pedoman Efisiensi Energy untuk Industri di Asia, <http://www.energyefficiencyasia.org>, diakses pada 21 Pebruari 2013).

2.4. Cara Kerja Motor Listrik

Mekanisme kerja dari suatu motor listrik pada umumnya adalah sama. Yaitu memanfaatkan arus listrik untuk menghasilkan medan magnet pada sekitar kumparan untuk memutar poros (armature) pada motor listrik. Prinsip kerja motor listrik diuraikan seperti di bawah ini:

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ torsi untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Uraian prinsip kerja dari sebuah motor listrik di atas ditunjukkan pada gambar 2.2. di bawah ini :



Gambar 2.2 prinsip kerja motor listrik (Dafan, 2011)

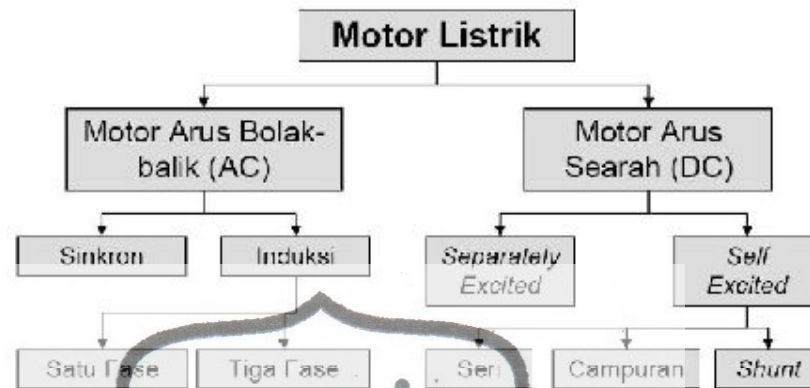
Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/ torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan

kedalam tiga kelompok, diantaranya adalah (Pedoman Efisiensi Energy untuk Industri di Asia, <http://www.energyefficiencyasia.org>, diakses pada 21 Pebruari 2013):

- **Beban torsi konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun torsiya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors dan pompa displacement konstan.
- **Beban dengan variabel torsi** adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variable torsi adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
- **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

2.5. Jenis-Jenis Motor Listrik

Motor listrik terbagi menjadi dua jenis, yaitu motor listrik arus bolak-balik (AC) dan motor listrik arus searah (DC). Motor AC memanfaatkan arus listrik bolak-balik untuk menjalankan kerjanya. Motor sinkron, motor induksi satu fasa dan motor induksi dua fasa termasuk dalam jenis motor listrik arus bolak-balik (AC). Motor DC memanfaatkan arus listrik DC untuk menjalankan kerjanya. Motor DC mempunyai dua penguat medan, yaitu penguat sendiri dan penguat dari luar. Motor DC dengan penguat sendiri memanfaatkan rangkaian kumparan medan yang terbagi menjadi seri, shunt dan campuran. Jenis-jenis motor listrik ditunjukkan pada gambar 2.3. di bawah ini :



Gambar 2.3. Jenis-jenis motor listrik

2.6. Motor Listrik DC

Motor DC adalah suatu komponen yang dapat mengubah energi listrik (berasal dari sumber DC) yang mengalir di dalamnya menjadi energi mekanik berdasarkan prinsip medan elektromagnetik. Motor DC mempunyai tiga komponen utama yaitu, kutub medan (stator), dynamo (rotor) dan komutator. Untuk penjelasannya adalah seperti di bawah ini (Pedoman Efisiensi Energy untuk Industri di Asia, <http://www.energyefficiencyasia.org>, diakses pada 21 Pebruari 2013):

- **Kutub medan (stator).** Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.
- **Dinamo (rotor).** Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as

penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

- **Commutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumberdaya.

Gambar motor DC dan bagian-bagiannya ditunjukkan pada gambar 2.4. di bawah ini :



Gambar 2.4. Motor Listrik DC (wikipedia, 2011)

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo : meningkatkan tegangan dynamo akan meningkatkan kecepatan
- Arus medan : menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

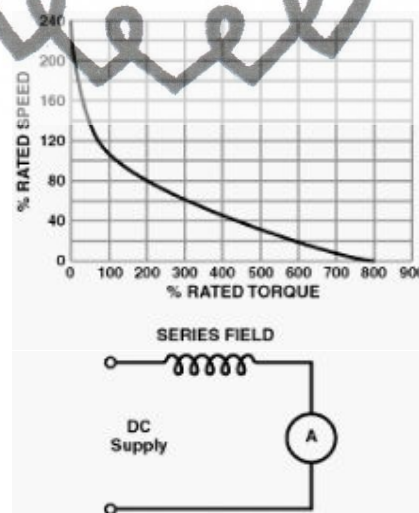
2.6.1. Jenis-Jenis Motor DC

Berdasarkan sumber arus penguat magnetnya, motor DC dapat dibedakan atas:

- Motor DC penguat terpisah (*separately excited*), bila arus penguat magnet diperoleh dari sumber DC di luar motor.
- Motor DC dengan penguat sendiri (*self excited*), bila arus penguat magnet berasal dari motor itu sendiri. Banyak Motor dc menggunakan suatu elektromagnet sebagai ganti dari magnet permanen untuk menyediakan medan statis. Kumparan yang digunakan untuk menghasilkan medan ini disebut kumparan medan. Arus untuk kumparan-medan ini dapat disajikan dengan penempatan kumparan tersebut secara seri atau paralel. Karakteristik motor dc dengan suatu kumparan medan sebagai berikut.

- Medan seri.

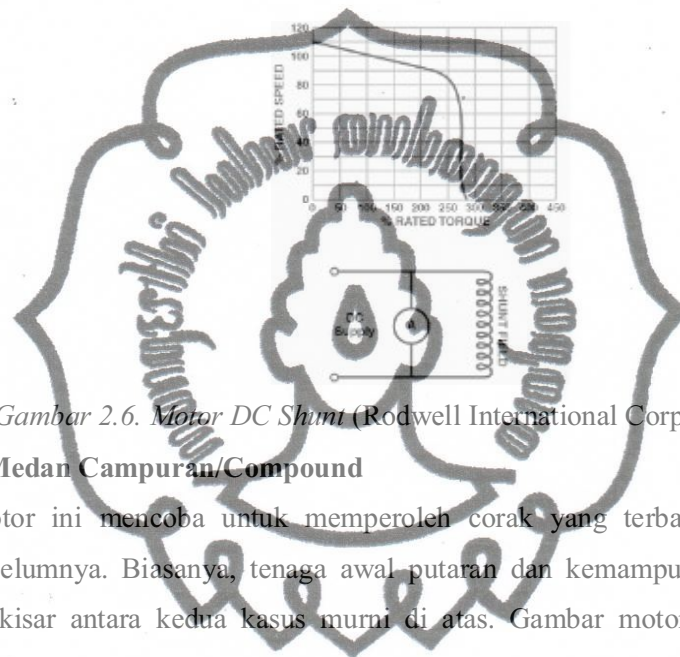
Motor ini mempunyai tenaga putaran awal yang besar tetapi sukar untuk mempercepat kontrol. Baik untuk aplikasi starting ringan dan di mana kontrol kecepatan tidaklah penting, seperti untuk quick-opening valve. Gambar 2.5. di bawah ini adalah merupakan gambar dari motor DC seri.



Gambar 2.5. Motor DC seri (Rodwell International Corporation, 1999)

- **Medan shunt.**

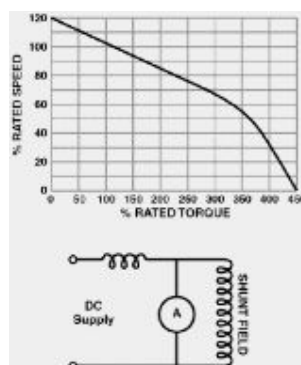
Motor ini mempunyai suatu *starting* tenaga putaran yang lebih kecil, tetapi karakteristik speed-control yang sangat baik yang dengan bermacam-macam arus eksitasi jangkar. Baik untuk aplikasi di mana kecepatan hendak dikontrol, seperti sistem konveyor. Gambar motor DC shunt ditunjukkan pada gambar 2.6. di bawah ini:



Gambar 2.6. Motor DC Shunt (Rodwell International Corporation, 1999)

- **Medan Campuran/Compound**

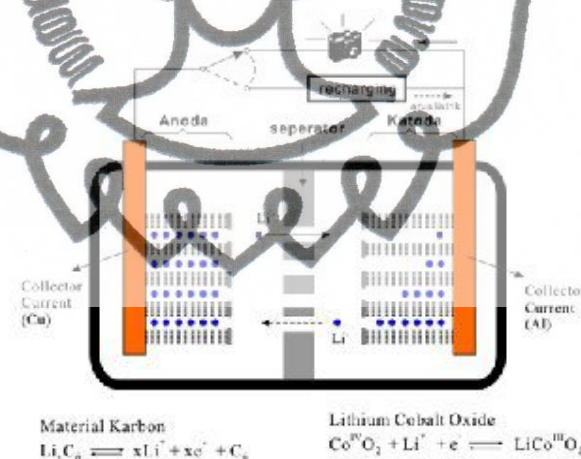
Motor ini mencoba untuk memperoleh corak yang terbaik daridua jenis sebelumnya. Biasanya, tenaga awal putaran dan kemampuan speed-control berkisar antara kedua kasus murni di atas. Gambar motor DC compound ditunjukkan pada gambar 2.7. di bawah ini :



Gambar 2.7. Motor DC Compound (Rodwell International Corporation, 1999)

2.7. Baterai Lithium

Baterai lithium merupakan baterai yang menggunakan logam lithium atau paduan lithium sebagai elektroda negatif (anoda) dan material lain seperti mangan dioksida (MnO_2), tionil klorida (SOCl_2), sulfur dioksida (SO_2), Li-I_2 , $\text{Li-Ag}_2\text{CrO}_4$, Li(CFx)_n sebagai elektroda positif. Lithium merupakan logam yang paling ringan, rasio elektron/massa paling besar dan potensial elektroda paling negatif sehingga baterai lithium mempunyai densitas energi yang tinggi dan tegangan yang tinggi. Selain itu proses dischargenya berlangsung stabil, suhu operasi yang luas dan kinerja yang baik pada temperatur rendah serta waktu hidup yang panjang. Gambar 2.8. di bawah ini menunjukan bagian- bagian batere lithium. (Sari, 2010)



Gambar 2.8. Batere Lithium (Priyanto, 2010)

Prinsip kerja Baterai Lithium memanfaatkan reduksi dan oksidasi untuk menghasilkan listrik pada kedua elektrodanya. Baterai Lithium menggunakan komposit yang berstruktur layer, dimana Lithium Cobalt Oxide (LiCoO_2) sebagai Katodanya dan material karbon (sisipkan diantara lapisan karbon) sebagai Anoda.

Baterai Lithium-Ion terdiri dari Anoda, Elektrolit, Separator dan Katoda. Pada umumnya, katoda dan anoda terdiri dari dua bagian, yaitu material aktif sebagai tempat keluar masuknya ion lithium dan pengumpul elektron sebagai collector current. Prinsip kerja baterai lithium-Ion ini adalah sebagai berikut.

Ketika Anoda dan Katoda terhubung maka electron akan mengalir dari Anoda menuju Katoda, maka listrik pun akan mulai mengalir. Di bagian dalam baterai terjadi sebuah proses pelepasan Ion lithium pada Anoda, kemudian Ion tersebut akan berpindah menuju Katoda melalui Elektrolit. Di bagian Katoda bilangan oksidasi Kobalt akan berubah dari 4 menjadi 3. Hal ini dikarenakan adanya elektrondan ion Lithium yang masuk dari Anoda. Untuk Proses pengisian baterai berbanding terbalik dari proses ini. (Sari, 2010)

2.7.1. Kelebihan dan Kekurangan Batere Lithium

Batere Lithium mempunyai beberapa keunggulan dan kekurangan yang dimiliki (Billix multimedia, billix-multimedia.blogspot.com/, diakses tanggal 23 Pebruari 2013).

• Kelebihan :

1. Lebih ringan. Elektroda baterai lithium-ion terbuat dari lithium yang ringan dan karbon. Lithium adalah elemen yang sangat reaktif, artinya banyak energi yang bisa disimpan dalam ikatan atomnya.
2. Lebih bertenaga. Satu kilogram baterai lithium-ion bisa menampung 150 watt-jam, sementara satu kilogram baterai NiMH (nickel-metal hydride) hanya bisa menampung 100 watt-jam.
3. Lebih kuat. Sebuah baterai lithium-ion hanya kehilangan 5% isinya setiap bulan, dibandingkan dengan baterai NiMH yang kehilangan 20% isinya per bulan.
4. Lebih awet. Baterai lithium-ion bisa menangani ratusan kali siklus isi / kuras (charge/discharge).
5. Tidak ada efek memory, itu artinya tidak harus menunggu baterai benar-benar kosong untuk melakukan isi ulang.

- Kekurangan :

1. Baterai lithium-ion mulai terdegradasi sejak meninggalkan pabrik. Baterai ini hanya kuat bertahan dua sampai tiga tahun, sejak tanggal perakitan, tidak peduli apakah Anda menggunakannya atau tidak.
2. Baterai lithium-ion sangat sensitif terhadap suhu tinggi. Suhu yang tinggi menyebabkan baterai ini terdegradasi lebih cepat daripada seharusnya.
3. Usia baterai akan tamat, jika benar-benar menggunakannya sampai kosong.
4. Satu set baterai lithium-ion memiliki komputer onboard untuk mengaturnya. Hal ini membuat harga baterai lebih mahal.
5. Terdapat peluang kecil, apabila proses pengepakannya buruk, baterai akan meledak dan terbakar.

2.8. Arah Arus Listrik

Arus listrik yaitu aliran listrik yang mengalir melalui penghantar atau konduktor pada suatu rangkaian tertutup. Arah arus listrik mengalir dari kutub positif (terminal plus) melalui penghantar ke kutub negatif, pada suatu rangkaian tertutup. Arah arus listrik bertentangan dengan arus elektron yaitu dari kutub negatif melalui penghantar ke kutub positif, pada suatu rangkaian tertutup. Pertentangan antara arus listrik dan arus elektron tidak perlu menimbulkan kesalahpahaman mengingat bahwa bila arus listrik mengalir dalam suatu arah maka bersamaan dengan itu arus electron mengalir berlawanan arah (Alonso dan Finn, 1994)

2.9. Hukum OHM

Hubungan antara tegangan, arus dan hambatan sesuai dengan Hukum Ohm yaitu “Arus listrik pada suatu rangkaian tertutup berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan.

$$I = \frac{V}{R}, \text{ Ampere} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

I = Kuat Arus Listrik (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

2.10. Menghitung Kecepatan

Untuk menghitung kecepatan gerak benda dapat diselesaikan dengan rumus di bawah ini :

$$V = \frac{S}{t} \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

V = Kecepatan (m/s)

S = Jarak (m)

t = waktu (s)

2.11. Kecepatan sudut

Kecepatan sudut didefinisikan sebagai besar sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Dalam gerak melingkar beraturan, kecepatan sudut atau kecepatan angular untuk selang waktu yang sama selalu konstan. Berarti, kecepatan sudut pada gerak melingkar beraturan dapat dirumuskan (Hangendoorn, 1993):

$$= 2 \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

T = Periode (s)

f = frekuensi (Hz)

2.12. Torsi

Hasil kali gaya dengan lengan gaya (garis tegak lurus garis kerja gaya menuju poros) disebut Momen gaya atau Torsi dengan lambang T. Torsi menyebabkan sistem berputar. Besar torsi ditentukan oleh komponennya yaitu besar gaya dan panjang lengan gaya. (Khurmi dan Gupta, 2002)

$$T = F \times r \text{ (Nm)} \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

r = jari-jari (m)

2.13. Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Besaran ini merupakan analog rotasi daripada massa. Gambar 2.9. di bawah ini merupakan rumus momen inersia dari roda:

No	Bentuk benda	Letak poros	Momen inersia
1	batang homogen	Di ujung	$I = \frac{1}{3}ML^2$ Dengan M= massa tongkat(kg) serta L= panjang tongkat
2	batang homogen	Ditengah batang	$I = \frac{1}{12}ML^2$
3	silinder berongga berdinding tipis dan cincin tipis	Di sumbu silinder atau cincin	$I = MR^2$ dengan M= massa(kg) serta R= jari-jari silinder atau cincin(m).
4	silinder pejal	Di sumbu silinder	$I = \frac{1}{2}MR^2$ dengan M= massa silinder(kg) serta R= jari-jari silinder (m).
5	silinder berongga berdinding tebal	Di sumbu silinder	$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$
6	Bola pejal	Di pusat bola	$I = \frac{2}{5}MR^2$
	Bola berongga	Di pusat bola	$I = \frac{2}{3}MR^2$

Gambar 2.9. Rumus-rumus Momen Inersia (Sinaryadi, 2011)

dimana:

I_r = Momen inersia roda (Kg m^2)

m = massa (Kg)

R = Jari-jari dalam roda (m)

r = Jari-jari luar roda (m)

2.14. Daya

Pengertian dari daya adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Khurmi dan Gupta, 2002). Sebagai satuannya dipilih watt.

$$P = \frac{\pi}{\dots} \dots \dots \dots (5)$$

dimana:

P = Daya listrik (Watt)

n = Putaran motor (rpm)

T = Torsi (Nm)

2.15. Tahanan Gelinding

Tahanan gelinding (Rolling resistance) adalah tahanan gelinding terhadap roda yang akan menggelinding akibat adanya gesekan antara roda dengan permukaan tanah. Besarnya tergantung keadaan permukaan tanah dan berat kendaraan. (Suminto, 2009)

$$= \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

W = Berat Kendaraan (Kg)

Cr = Koefisien Gelinding

2.16. Hukum Newton

2.16.1 Hukum Newton I

“Jika resultan gaya yang bekerja pada benda yang sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam. Benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap lurus beraturan”

$$= 0 \dots\dots\dots(7)$$

2.16.2. Hukum Newton II

“Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan masa benda”

$$= \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

F = gaya (N)

m = massa (kg)

a = percepatan (m/s^2)

2.16.3. Hukum Newton III

Hukum aksi reaksi. “ Suatu benda mendapatkan gaya dikarenakan berinteraksi dengan benda yang lain“. Secara matematis ditulis :

$$F_{\text{AKSI}} = - F_{\text{REAKSI}} \dots\dots\dots(9)$$

(tanda (-) menunjukkan arah gaya yang berlawanan)

- **Gaya gesek**

Gaya gesek adalah gaya yang timbul akibat persentuhan langsung antara dua permukaan benda dengan arah berlawanan terhadap kecenderungan arah gerak benda.

$$= \dots\dots\dots(10)$$

dimana :

F_s = Gaya gesek (N)

μ_s = koefisien gesek

N = Gaya Normal (N)

- **Gaya Berat**

Berat benda adalah pengaruh gaya tarik bumi yang bekerja pada benda tersebut.

$$= \dots\dots\dots(11)$$

dimana :

W = berat benda (N)

m = massa benda (kg)

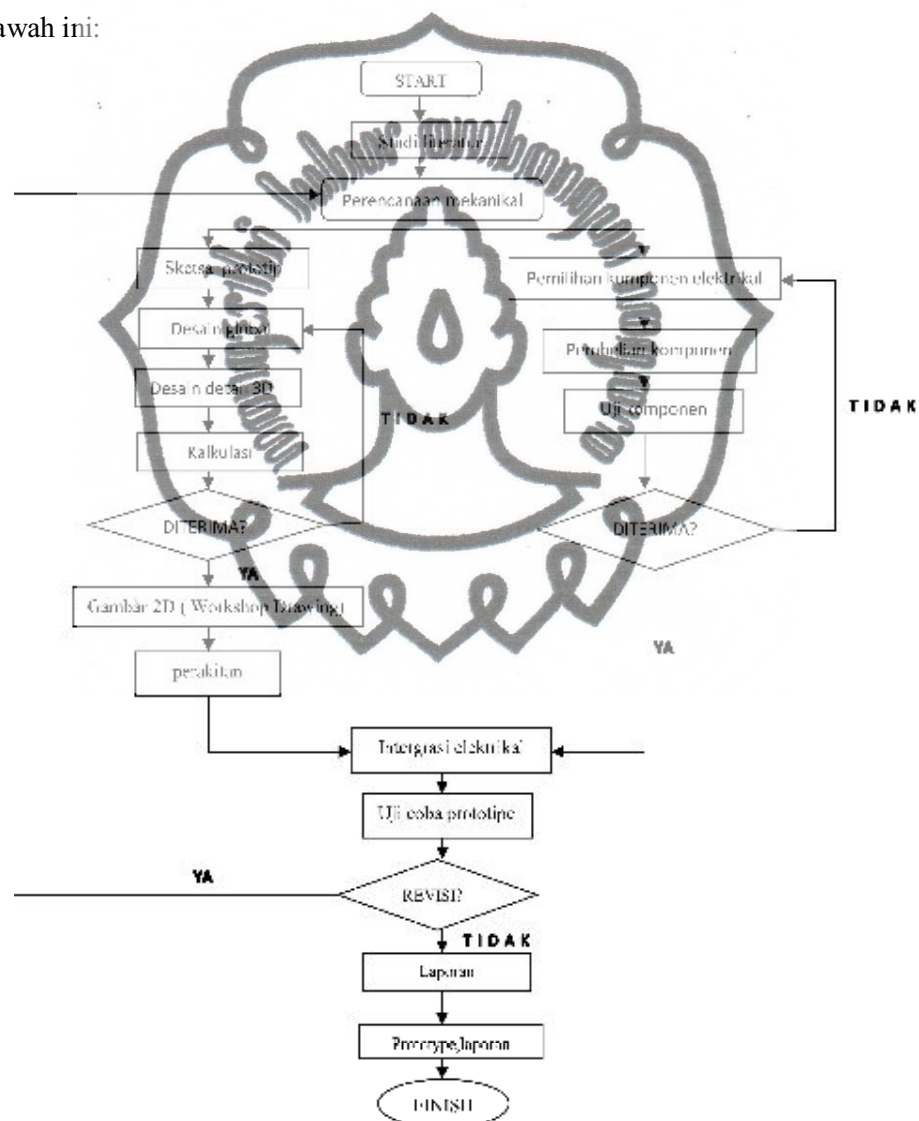
g = percepatan gravitasi ($g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$)

BAB III

PERENCANAAN DAN GAMBAR

3.1. Alur Perencanaan

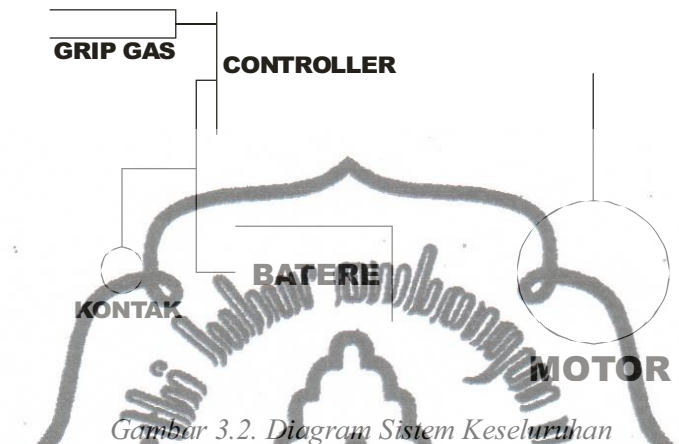
Perencanaan pembuatan sepeda listrik akan dijelaskan pada gambar 3.1. di bawah ini:



Gambar 3.1. Flow Proses perencanaan pembuatan sepeda listrik

3.2. Sistem Keseluruhan

Diagram keseluruhan sistem digambarkan pada gambar 3.2. di bawah ini:

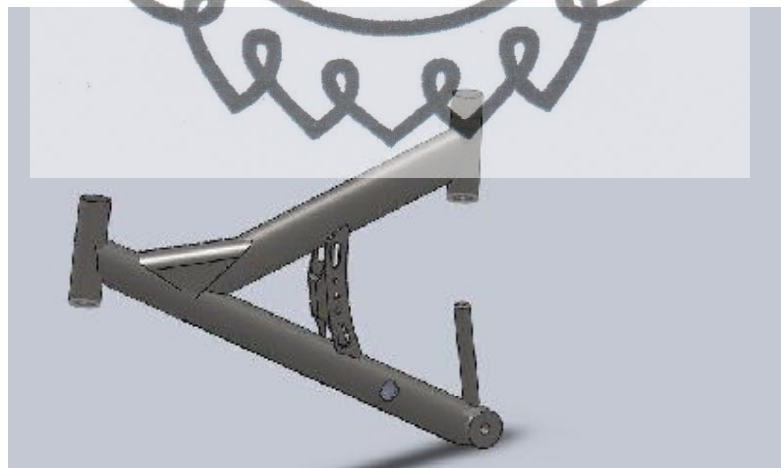


Gambar 3.2. Diagram Sistem Keseluruhan

3.3 Rangka

3.3.1. Rangka Utama

Rangka sepeda listrik yang akan dibuat adalah sebagaimana gambar 3.3. berikut:



Gambar 3.3. Rangka Utama Sepeda Listrik

Rangka dibuat dari pipa ST 37 dengan bentuk hollow oval dengan ukuran Diameter 65 mm dengan tebal 3 mm. Besi hollow ST 37 dipilih sebagai rangka

dikarenakan struktur bahanya yang kuat untuk menopang beban desain maksimum, selain itu juga harganya terjangkau dan mudah untuk didapatkan.

3.3.2 Lengan Ayun

Lengan ayun sepeda listrik digambarkan pada gambar 3.4. di bawah ini:



Gambar 3.4. Lengan Ayun Sepeda Listrik

Rangka lengan ayun akan dibuat dengan bahan pipa balok ST 37 dengan ukuran 40 x 20 mm dengan tebal 3mm.

Untuk perakitan rangka dan lengan ayun didesain seperti gambar 3.5. di bawah ini:

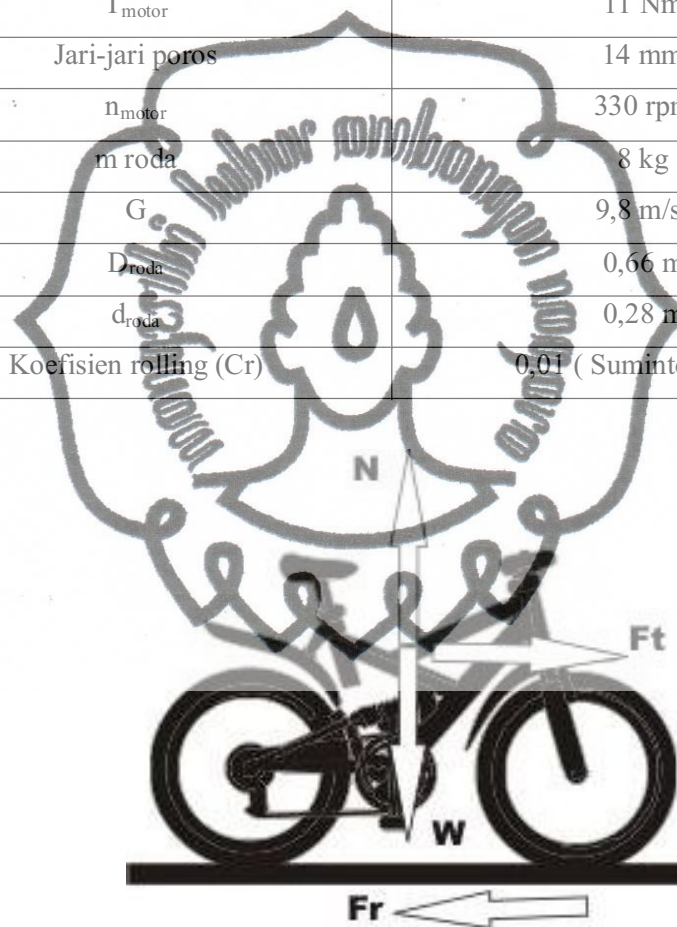


Gambar 3.5. Rangka Sepeda Listrik

3.4. Motor Penggerak

Data yang dimiliki oleh sepeda sepeda listrik adalah sebagai berikut:

PARAMETER	BESAR
Daya	250 W
T_{motor}	11 Nm
Jari-jari poros	14 mm
n_{motor}	330 rpm
m_{roda}	8 kg
G	$9,8 \text{ m/s}^2$
D_{roda}	0,66 m
d_{roda}	0,28 m
Koefisien rolling (Cr)	0,01 (Suminto, 2009)



Gambar 3.6. Free Body Diagram Sepeda Listrik

Keterangan;

F_r = gaya gesek (N)

N = gaya normal (N)

F_t = Gaya dorong (N)

W = Gaya berat (N)

$$\Sigma F_y = 0$$

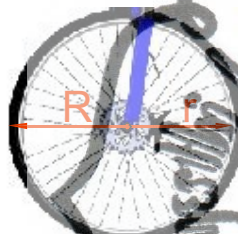
$$\Sigma F_y = N - W$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F_t - F_r$$

$$m \times a = F_t - F_r$$

- Menghitung momen inersia roda:



RODA SEPEDA LISTRIK

$$I_r = \frac{1}{2} m (R^2 + r^2)$$

$$I_r = \frac{1}{2} \cdot 8 (0,33^2 + 0,28^2)$$

$$I_r = 4 (0,1089 + 0,0784)$$

$$I_r = 0,748 \text{ Kg m}^2$$

- Menghitung percepatan :

$$\alpha = \frac{T}{I_r}$$

$$\alpha = \frac{11}{0,748}$$

$$\alpha = 14,70 \text{ rad/s}^2$$

$$a = \alpha \cdot R \text{ roda}$$

$$a = 14,70 \cdot 0,33$$

$$a = 4,85 \text{ m/s}^2$$

- Mencari gaya dorong pada sepeda listrik

$$P = \frac{2 \pi n T}{60}$$

$$250 = \frac{2 \times 3,14 \times 7,6 \times T}{60}$$

$$15000 = 47,728 T$$

$$T = 314,28 \text{ Nm}$$

$$T = F_t \times R$$

$$314,28 = F_t \times 0,33$$

$$F_t = 952,36 \text{ N}$$

- Beban maksimum yang dapat ditopang sepeda listrik

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_y = N - W$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = F_t - F_r$$

$$m \times a = F_t - F_r$$

$$m \times a = F_t - (W \times C_r)$$

$$m \times a = F_t - (m \times g \times C_r)$$

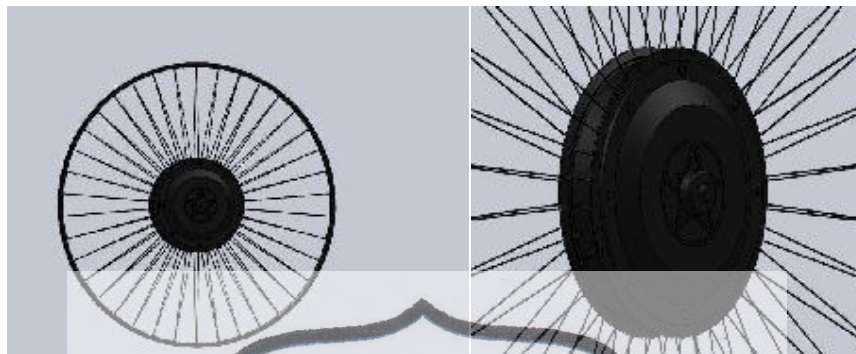
$$m \times 4,85 = 952,36 - (m \times 9,8 \times 0,01)$$

$$4,85m = 952,36 - 0,098m$$

$$4,752m = 952,36$$

$$m = 200,41 \text{ kg}$$

Jadi, total berat maksimum kendaraan yang dapat digerakan motor adalah sebesar 200,41 kg



(a)

(b)

Gambar 3.7. (a) Roda, (b) Motor Penggerak

3.5. Sumber Tenaga

Sumber tenaga (batere) direncanakan dengan menggunakan batere lithium. Batere ini berkapasitas 36V dengan arus 15A. Dari perhitungan perancangan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 36 \times 15 \\ &= 540 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Kapasitas batere mampu untuk menggerakkan motor dengan daya 250 Watt.

BAB IV

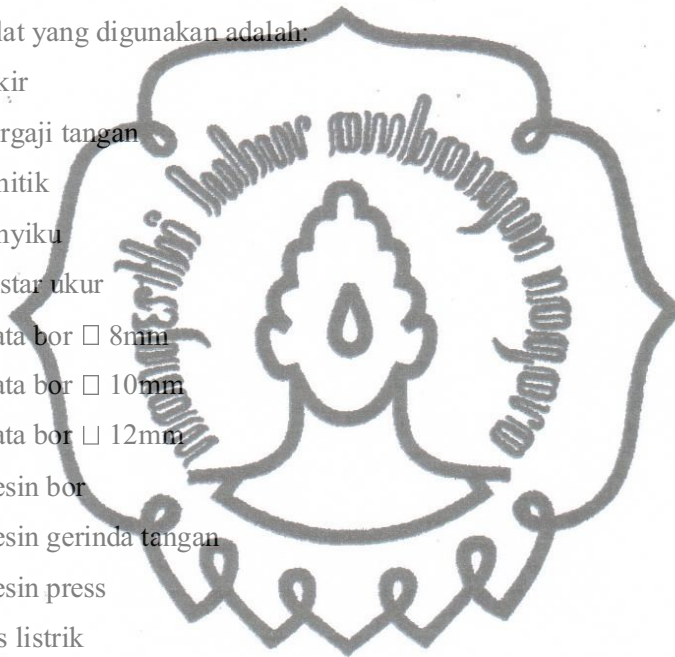
PEMBUATAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Alat dan Bahan

4.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Kikir
2. Gergaji tangan
3. Penitik
4. Penyiku
5. Mistar ukur
6. Mata bor □ 8mm
7. Mata bor □ 10mm
8. Mata bor □ 12mm
9. Mesin bor
10. Mesin gerinda tangan
11. Mesin press
12. Las listrik



4.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

- a. Rangka
 1. Pipa hollow ST 37 □ 65mm tebal 3mm
 2. Pipa kotak ST 37 20mm x 40mm tebal 3mm
- b. Box batere
 1. Besi plat ST 37 tebal 3mm
- c. Kelistrikan
 1. E-kit (Motor DC) 250 Watt
 2. Batere lithium 36V 15A

3. Kontroller
4. Kabel-kabel

4.2. Proses Pembuatan

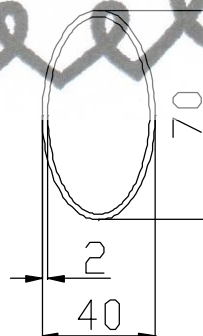
Proses pembuatan sepeda listrik dilakukan dengan urutan yang telah dirancang. Pembuatan sepeda ini dikelompokkan menjadi beberapa bagian. Diantaranya adalah pembuatan rangka, pembuatan box baterai dan perakitan komponen sepeda.

4.2.1. Pembuatan Rangka

Rangka sepeda ini terbagi menjadi dua bagian yaitu rangka utama dan lengan ayun. Rangka utama dibuat dari pipa ST 37 \sqcup 65mm tebal 3mm. Sedangkan lengan ayun terbuat dari pipa kotak ST37 20mm x 40mm. Proses pembuatan rangka yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Proses pengepresan

Mengepres pipa ST 37 \sqcup 65mm x 3mm sehingga menjadi bentuk oval dengan ukuran seperti gambar 4.1. di bawah ini:



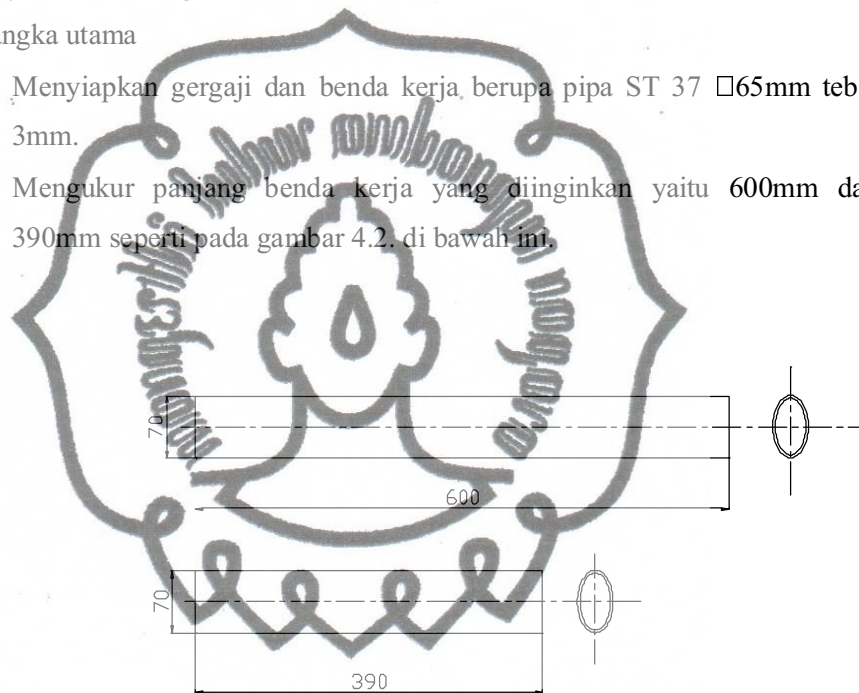
Gambar 4.1. Penampang pipa rangka sepeda

2. Proses membuat pola.

Proses pembuatan pola adalah proses pembuatan bentuk dan ukuran agar dapat dirangkai sesuai dengan desain yang diharapkan. Pada proses pembuatan pola ini menggunakan alat berupa spidol, penggaris, alat pengukur sudut sedangkan untuk pembentukanya menggunakan gergaji, gerinda dan kikir. Untuk urutan proses produksinya adalah sebagai berikut:

a. Rangka utama

1. Menyiapkan gergaji dan benda kerja berupa pipa ST 37 \square 65mm tebal 3mm.
2. Mengukur panjang benda kerja yang diinginkan yaitu 600mm dan 390mm seperti pada gambar 4.2. di bawah ini.

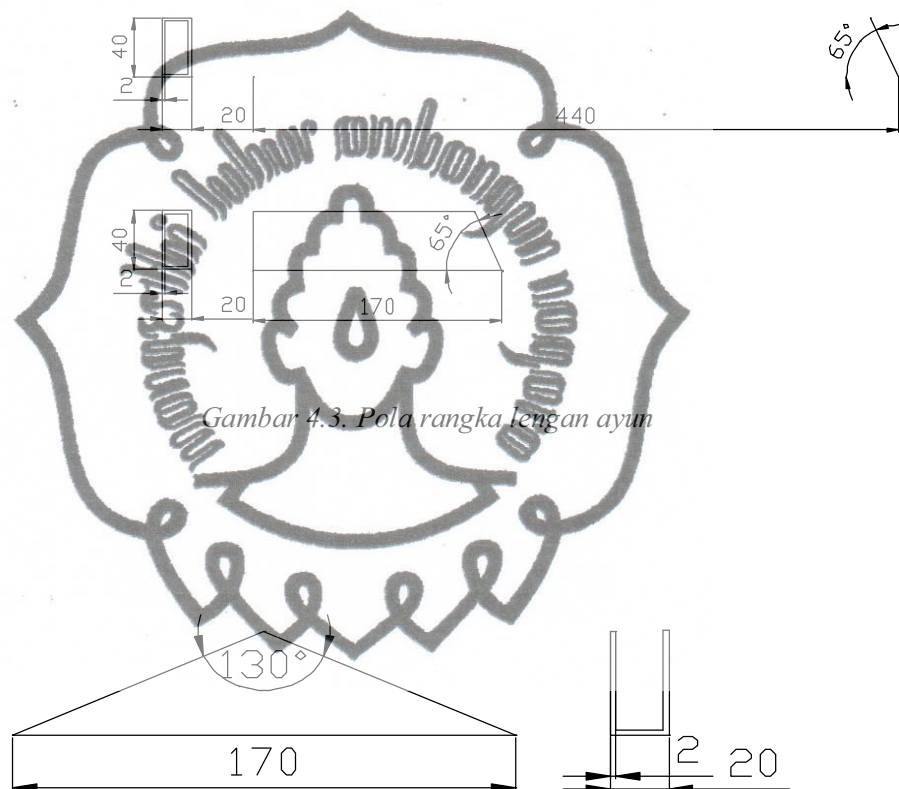


Gambar 4.2. Panjang rangka sepeda

3. Memberi tanda pada benda kerja sesuai dengan panjang yang diinginkan.
 4. Menjepit benda kerja menggunakan ragum.
 5. Menggergaji sesuai dengan ukuran yang telah dibuat.
 6. Setelah mendapatkan panjang yang telah diinginkan, kemudian membentuk ujung rangka sesuai pola pipa dudukan.
- ### b. Lengan ayun

Menggergaji pipa kotak ST37 20mm x 40mm. yang dijadikan sebagai rangka lengan ayun dengan urutan sebagai berikut:

1. Menyiapkan gergaji dan bahan yaitu pipa kotak ST 37 20mm x 40mm.
2. Membuat pola garis sesuai dengan ukuran dan bentuk seperti gambar 4.3. dan 4.4. di bawah ini:



Gambar 4.4. penguat lengan ayun

3. Member tanda pada benda kerja dengan menggunakan spidol.
4. Menjepit benda kerja ke ragum, agar mudah pada saat proses penggergajian.
5. Menggergaji sesuai dengan tanda dan ukuran yang telah dibuat. Untuk rangka lengan ayun dan penguat lengan ayun ini membuat sebanyak dua

buah. Gambar 4.5. (a), (b), dan (c) di bawah ini menunjukkan gambar hasil penggergajian pola lengan ayun.



Gambar 4.5 (a), (b) dan (c) Hasil penggergajian pola lengan ayun

Untuk kelengkapan lainnya sepertiudukan fork, dudukan pengayuh dan dudukan sadle diambil dari sepeda yang sudah tidak terpakai. Hal ini dilakukan karena ukuran part yang telah tersebut di atas merupakan ukuran standar sepeda.

3. Proses Pengelasan

Proses pengelasan adalah proses menyatukan rangka sepeda yang telah dibuat sesuai pola dan ukuran yang telah ditentukan. Proses pengelasan dilakukan dengan las listrik dengan arus 70A. proses pengelasan ditunjukkan pada gambar 4.6. di bawah ini :



Gambar 4.6. Proses pengelasan

Urutan proses pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan las listrik dan elektroda.
2. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat sebagai rangka utama yaitu pipa ST 37 □ 65mm tebal 3mm dengan panjang 600mm dan 390mm.
3. Menyatukan kedua rangka seperti pada gambar 4.7. di bawah ini, dengan cara mengelas titik terlebih dahulu. Setelah mendapatkan ukuran yang presisi kemudian baru mengelas penuh dengan las listrik dengan arus 80A.



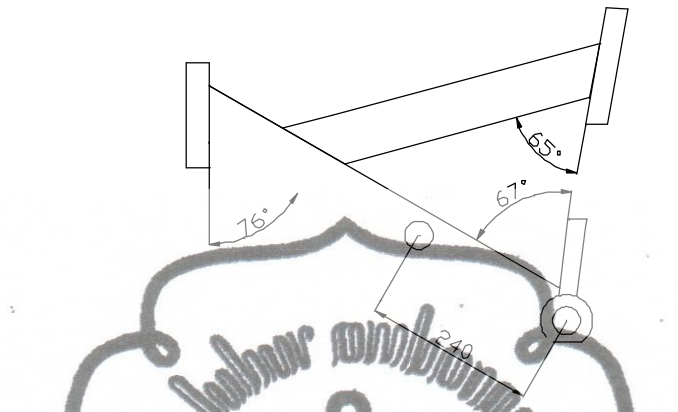
Gambar 4.7. sambungan rangka

4. Membuat penguat pada sambungan pada titik temu antar rangka dengan menggunakan plat besi tebal 2mm yang dibentuk menutupi sambungan antar rangka.
5. Mengelas dudukan kemudi, dudukan sadle, dudukan pengayuh dan dudukan shock. Gambar 4.8. (a) dan (b) di bawah ini menunjukkan gambar pengelasan dudukan pengayuh dan dudukan stang kemudi.



Gambar 4.8. Pengelasan dudukan pengayuh dan dudukan stang kemudi

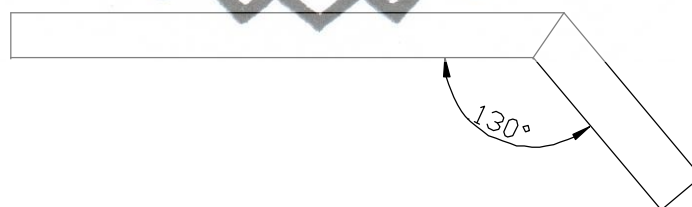
6. Membuat lubang sebagai dudukan shock dengan menggunakan las dengan ukuran diameter 40 mm seperti pada gambar 4.9. di bawah ini. Gambar 4.9. di bawah ini menunjukkan gambar ukuran sudut dudukan - dudukan.



Gambar 4.9. Ukuran sudut dudukan-dudukan

Proses pengelasan juga dilakukan pada pembuatan lengan ayun. Untuk urutannya dijelaskan pada proses di bawah ini:

1. Mengelas lengan ayun yang telah digergaji sesuai dengan pola yang telah dibuat dengan kemiringan sudut 130° . Ukuran sudut lengan ayun ditunjukkan pada gambar 4.10. di bawah ini:



Gambar 4.10. Sudut lengan ayun

2. Mengelas penguat lengan ayun pada titik sambungan antar rangka lengan ayun. Gambar lengan ayun yang telah dilas ditunjukkan pada gambar 4.11. di bawah ini:



Gambar 4.11. Lengan ayun setelah dilas

3. Membuat pasangan pasangan lengan ayun dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan lengan ayun satunya.
4. Menyambung pipa $\square 30\text{mm}$ dengan panjang 60mm yang digunakan sebagai jarak lebar lengan ayun.
5. Mengelas dudukan shock pada bagian atas pipa sambungan lebar lengan ayun.
6. Mengelas dudukan engsel pada ujung kanan dan kiri pada lengan ayun.
7. Mengelas dudukan roda pada kedua sisi lengan ayun bagian kanan dan kiri.
8. Mengelas dudukan kaliper rem dan dudukan kabel rem pada lengan ayun sisi kiri.

4.2.2. Pengecatan Rangka

Pengecatan rangka dilakukan dengan tujuan memberikan warna pada rangka sehingga akan menambah daya tarik terhadap sepeda yang akan dibuat. Gambar proses pengecatan ditunjukkan pada gambar 4.12. di bawah ini :



Gambar 4.12. Proses pengecatan

Pengecatan rangka dilakukan melalui beberapa proses diantaranya adalah pengamplasan, dempul, pelapisan under coat (epoxy), pelapisan top coat (cat dan clear). Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Mengamplas seluruh bagian rangka dengan menggunakan amplas 400. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kerak dan kotoran karat besi pada rangka.
2. Mendempul pada bagian-bagian yang tidak rata kemudian mengamplasnya dengan menggunakan amplas 800. Pengamplasan dilakukan pada seluruh permukaan rangka.
3. Mencuci rangka dengan menggunakan air kemudian dicuci dengan menggunakan sabun agar bersih dari kotoran dan minyak.
4. Membilas dengan air kemudian mengeringkan.
5. Menyemprot epoxy ke seluruh permukaan rangka agar rangka terhindar dari karat.

6. Setelah epoxy kering kemudian mengamplas dengan menggunakan amplas 1500 pada seluruh permukaan rangka.
7. Membersihkan sisa amplasan dengan menggunakan kain.
8. Memulai mengecat dengan menyemprotkan cat dengan menggunakan spry gun ke seluruh permukaan rangka.
9. Mengeringkan hasil pengecatan dengan memanskan di bawah sinar matahari.
10. Setelah cat kering kemudian mengulanginya sebanyak 2 lapis atau dua kali proses yang sama agar cat merata pada permukaan rangka kemudian dikeringkan.
11. Setelah permukaan cat kering, kemudian menyemprotkan clear ke seluruh permukaan rangka yang telah dicat agar rangka terlihat mengkilap.
12. Setelah clear rata kemudian mengeringkannya.

4.3. Pembuatan Box Batere

Box digunakan sebagai tempat peletakan batere dan controller. Box dibuat dari besi plat dengan ukuran tebal 1mm. adapun proses pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Membuat pola balok tanpa tutup yang akan digunakan sebagai badan box dengan ukuran 170mmx120mmx250mm.
2. Membuat tutup box dengan pola yang sama dengan ukuran 170mmx120mmx30mm.
3. Mengelas setiap sudut pola yang telah dibuat dengan menggunakan las listrik.
4. Memberi engsel pada tutup box yang kemudian dipasangkan ke badan box.
5. Membuat lubang yang pada belakang box yang disesuaikan dengan pola ban, agar tidak berbenturan dengan roda saat kondisi jalan tidak rata.
6. Membuat lubang dudukan kunci dan dudukan batere dan controller pada box.

7. Membuat lubang sebagaiudukan baut pada bagian bawah box dengan ukuran baut M10.
8. Mengecat box.

4.4. Proses Perakitan

Proses perakitan adalah menggabungkan komponen-komponen sepeda menjadi satu kesatuan sehingga menjadi sebuah bentuk sepeda. Komponen-komponen yang dirakit adalah:

1. Stang / kemudi
2. Roda-roda
3. Gear dan rantai
4. Pengayuh
5. Kelengkapan lain (rem, saddle, shock)
6. Rangkaian kelistrikan (kit, baterai, grip gas, controller)
7. Box baterai
8. Aksesoris (sticker, lampu depan)

4.5. Hasil Sepeda Listrik

Hasil pembuatan sepeda listrik adalah seperti gambar 4.13. di bawah ini:



Gambar 4.13. Hasil Sepeda Listrik

4.6. Uji Jalan Sepeda Listrik.

4.6.1. Kecepatan Sepeda Listrik

Uji jalan sepeda listrik dilakukan di lingkup Universitas Sebelas Maret Surakarta. Uji jalan dilakukan dengan pengendara yang mempunyai berat 68 kg. Percobaan dilakukan pada jarak 100m dan dihitung menggunakan stop watch dengan hasil 9,76 s. Sehingga dapat dihitung:

$$S = 100\text{m}$$

$$t = 9,76 \text{ s}$$

$$V = \frac{S}{T}$$

$$= \frac{100 \text{ m}}{9,76 \text{ s}}$$

$$= 10,24 \text{ m/s}$$

$$= 36,88 \text{ Km/jam}$$

$$= 36 \text{ Km/jam}$$

4.6.2. Menghitung Jarak Maksimal Sepeda Listrik

Percobaan ini dilakukan di sepanjang jalan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Percobaan dilakukan dengan pengendara yang mempunyai beban 68 kg. Percobaan dilakukan dengan bantuan speedometer pada sepeda motor dengan cara mengendarai sepeda listrik sampai batere habis terpakai. Setelah itu mencatat hasil jarak yang telah ditempuh pada speedometer. Hasil dari percobaan yang telah dilakukan, speedometer menunjukkan jarak 30 km.

BAB IV

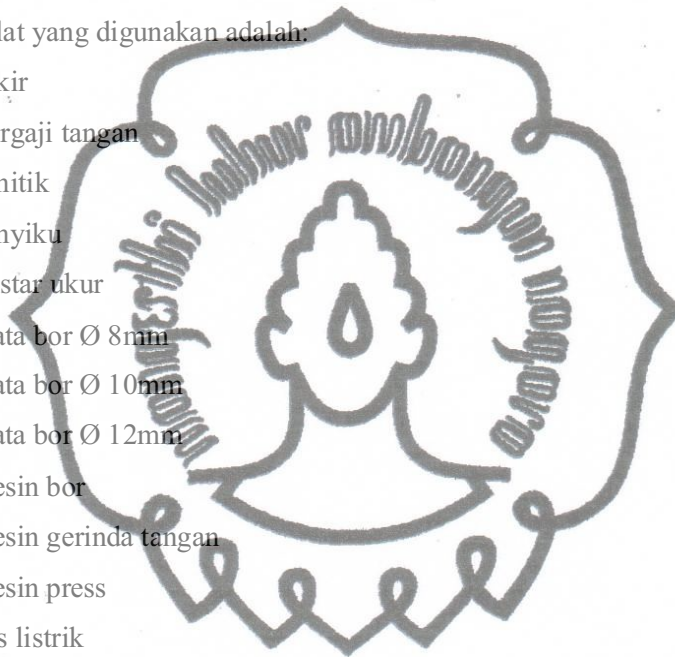
PEMBUATAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Alat dan Bahan

4.1.1. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Kikir
2. Gergaji tangan
3. Penitik
4. Penyiku
5. Mistar ukur
6. Mata bor Ø 8mm
7. Mata bor Ø 10mm
8. Mata bor Ø 12mm
9. Mesin bor
10. Mesin gerinda tangan
11. Mesin press
12. Las listrik



4.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

- a. Rangka
 1. Pipa hollow ST 37 Ø 65mm tebal 3mm
 2. Pipa kotak ST 37 20mm x 40mm tebal 3mm
- b. Box batere
 1. Besi plat ST 37 tebal 3mm
- c. Kelistrikan
 1. E-kit (Motor DC) 250 Watt
 2. Batere lithium 36V 15A

3. Kontroller
4. Kabel-kabel

4.2. Proses Pembuatan

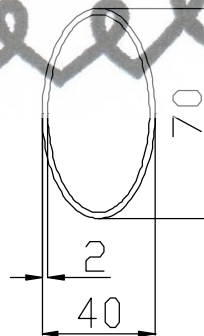
Proses pembuatan sepeda listrik dilakukan dengan urutan yang telah dirancang. Pembuatan sepeda ini dikelompokkan menjadi beberapa bagian. Diantaranya adalah pembuatan rangka, pembuatan box baterai dan perakitan komponen sepeda.

4.2.1. Pembuatan Rangka

Rangka sepeda ini terbagi menjadi dua bagian yaitu rangka utama dan lengan ayun. Rangka utama dibuat dari pipa ST 37 Ø 65mm tebal 3mm. Sedangkan lengan ayun terbuat dari pipa kotak ST37 20mm x 40mm. Proses pembuatan rangka yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Proses pengepresan

Mengepres pipa ST 37 Ø 65mm x 3mm sehingga menjadi bentuk oval dengan ukuran seperti gambar 4.1. di bawah ini:



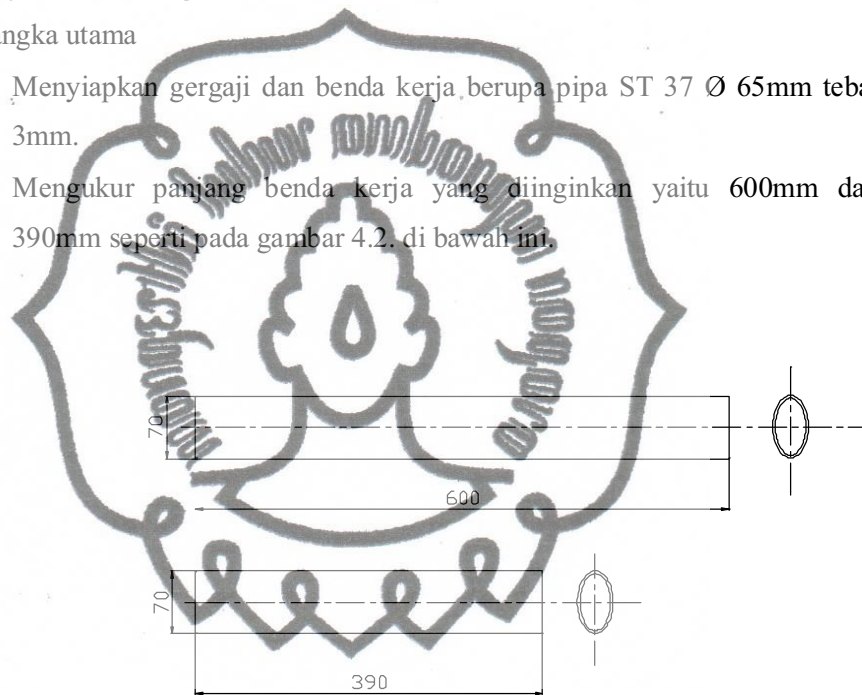
Gambar 4.1. Penampang pipa rangka sepeda

2. Proses membuat pola.

Proses pembuatan pola adalah proses pembuatan bentuk dan ukuran agar dapat dirangkai sesuai dengan desain yang diharapkan. Pada proses pembuatan pola ini menggunakan alat berupa spidol, penggaris, alat pengukur sudut sedangkan untuk pembentukanya menggunakan gergaji, gerinda dan kikir. Untuk urutan proses produksinya adalah sebagai berikut:

a. Rangka utama

1. Menyiapkan gergaji dan benda kerja berupa pipa ST 37 Ø 65mm tebal 3mm.
2. Mengukur panjang benda kerja yang diinginkan yaitu 600mm dan 390mm seperti pada gambar 4.2. di bawah ini.



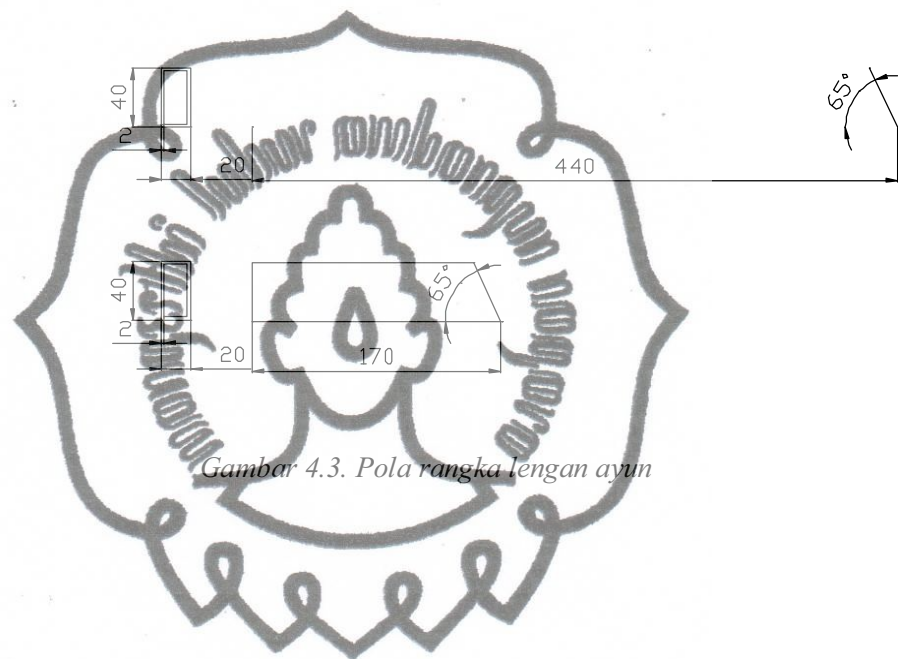
Gambar 4.2. Panjang rangka sepeda

3. Memberi tanda pada benda kerja sesuai dengan panjang yang diinginkan.
4. Menjepit benda kerja menggunakan ragum.
5. Menggergaji sesuai dengan ukuran yang telah dibuat.
6. Setelah mendapatkan panjang yang telah diinginkan, kemudian membentuk ujung rangka sesuai pola pipa dudukan.

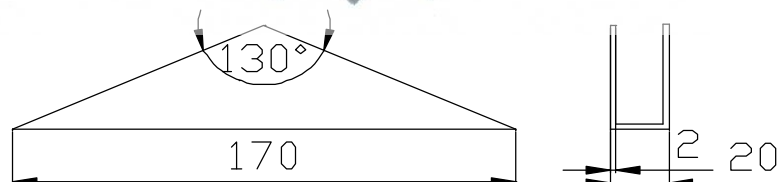
b. Lengan ayun

Menggergaji pipa kotak ST37 20mm x 40mm. yang dijadikan sebagai rangka lengan ayun dengan urutan sebagai berikut:

1. Menyiapkan gergaji dan bahan yaitu pipa kotak ST 37 20mm x 40mm.
2. Membuat pola garis sesuai dengan ukuran dan bentuk seperti gambar 4.3. dan 4.4. di bawah ini:



Gambar 4.3. Pola rangka lengan ayun



Gambar 4.4. penguat lengan ayun

3. Member tanda pada benda kerja dengan menggunakan spidol.
4. Menjepit benda kerja ke ragum, agar mudah pada saat proses penggergajian.
5. Menggergaji sesuai dengan tanda dan ukuran yang telah dibuat. Untuk rangka lengan ayun dan penguat lengan ayun ini membuat sebanyak dua

buah. Gambar 4.5. (a), (b), dan (c) di bawah ini menunjukkan gambar hasil penggergajian pola lengan ayun.



Gambar 4.5 (a), (b) dan (c) Hasil penggergajian pola lengan ayun

Untuk kelengkapan lainnya sepertiudukan fork, dudukan pengayuh dan dudukan sadle diambil dari sepeda yang sudah tidak terpakai. Hal ini dilakukan karena ukuran part yang telah tersebut di atas merupakan ukuran standar sepeda.

3. Proses Pengelasan

Proses pengelasan adalah proses menyatukan rangka sepeda yang telah dibuat sesuai pola dan ukuran yang telah ditentukan. Proses pengelasan dilakukan dengan las listrik dengan arus 70A. proses pengelasan ditunjukkan pada gambar 4.6. di bawah ini :



Gambar 4.6. Proses pengelasan

Urutan proses pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan las listrik dan elektroda.
2. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat sebagai rangka utama yaitu pipa ST 37 Ø 65mm tebal 3mm dengan panjang 600mm dan 390mm.
3. Menyatukan kedua rangka seperti pada gambar 4.7. di bawah ini, dengan cara mengelas titik terlebih dahulu. Setelah mendapatkan ukuran yang presisi kemudian baru mengelas penuh dengan las listrik dengan arus 80A.



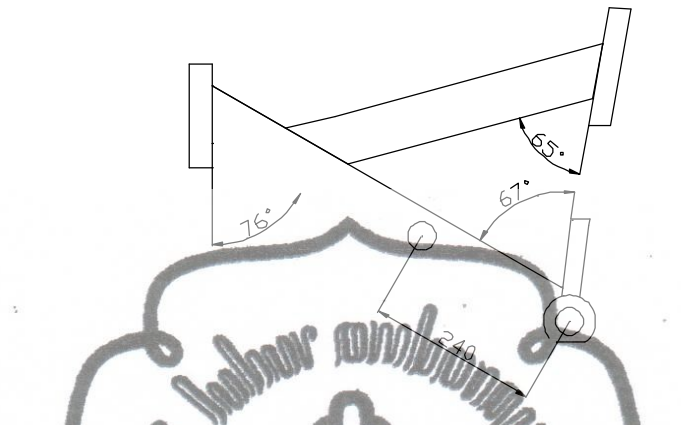
Gambar 4.7. sambungan rangka

4. Membuat penguat pada sambungan pada titik temu antar rangka dengan menggunakan plat besi tebal 2mm yang dibentuk menutupi sambungan antar rangka.
5. Mengelas dudukan kemudi, dudukan sadle, dudukan pengayuh dan dudukan shock. Gambar 4.8. (a) dan (b) di bawah ini menunjukkan gambar pengelasan dudukan pengayuh dan dudukan stang kemudi.



Gambar 4.8. Pengelasan dudukan pengayuh dan dudukan stang kemudi

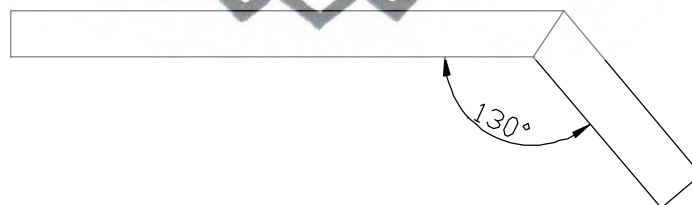
6. Membuat lubang sebagai dudukan shock dengan menggunakan las dengan ukuran diameter 40 mm seperti pada gambar 4.9. di bawah ini. Gambar 4.9. di bawah ini menunjukkan gambar ukuran sudut dudukan - dudukan.



Gambar 4.9. Ukuran sudut dudukan-dudukan

Proses pengelasan juga dilakukan pada pembuatan lengan ayun. Untuk urutannya dijelaskan pada proses di bawah ini:

1. Mengelas lengan ayun yang telah digergaji sesuai dengan pola yang telah dibuat dengan kemiringan sudut 130° . Ukuran sudut lengan ayun ditunjukkan pada gambar 4.10. di bawah ini:



Gambar 4.10. Sudut lengan ayun

2. Mengelas penguat lengan ayun pada titik sambungan antar rangka lengan ayun. Gambar lengan ayun yang telah dilas ditunjukkan pada gambar 4.11. di bawah ini:



Gambar 4.11. Lengan ayun setelah dilas

3. Membuat pasangan pasangan lengan ayun dengan bentuk dan ukuran yang sama dengan lengan ayun satunya.
4. Menyambung pipa Ø 30mm dengan panjang 60mm yang digunakan sebagai jarak lebar lengan ayun.
5. Mengelas dudukan shock pada bagian atas pipa sambungan lebar lengan ayun.
6. Mengelas dudukan engsel pada ujung kanan dan kiri pada lengan ayun.
7. Mengelas dudukan roda pada kedua sisi lengan ayun bagian kanan dan kiri.
8. Mengelas dudukan kaliper rem dan dudukan kabel rem pada lengan ayun sisi kiri.

4.2.2. Pengecatan Rangka

Pengecatan rangka dilakukan dengan tujuan memberikan warna pada rangka sehingga akan menambah daya tarik terhadap sepeda yang akan dibuat. Gambar proses pengecatan ditunjukkan pada gambar 4.12. di bawah ini :



Gambar 4.12. Proses pengecatan

Pengecatan rangka dilakukan melalui beberapa proses diantaranya adalah pengamplasan, dempul, pelapisan under coat (epoxy), pelapisan top coat (cat dan clear). Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Mengamplas seluruh bagian rangka dengan menggunakan amplas 400. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kerak dan kotoran karat besi pada rangka.
2. Mendempul pada bagian-bagian yang tidak rata kemudian mengamplasnya dengan menggunakan amplas 800. Pengamplasan dilakukan pada seluruh permukaan rangka.
3. Mencuci rangka dengan menggunakan air kemudian dicuci dengan menggunakan sabun agar bersih dari kotoran dan minyak.
4. Membilas dengan air kemudian mengeringkan.
5. Menyemprot epoxy ke seluruh permukaan rangka agar rangka terhindar dari karat.
6. Setelah epoxy kering kemudian mengamplas dengan menggunakan amplas 1500 pada seluruh permukaan rangka.
7. Membersihkan sisa amplasan dengan menggunakan kain.

8. Memulai mengecat dengan menyemprotkan cat dengan menggunakan spry gun ke seluruh permukaan rangka.
9. Mengeringkan hasil pengecatan dengan memanskan di bawah sinar matahari.
10. Setelah cat kering kemudian mengulanginya sebanyak 2 lapis atau dua kali proses yang sama agar cat merata pada permukaan rangka kemudian dikeringkan.
11. Setelah permukaan cat kering, kemudian menyemprotkan clear ke seluruh permukaan rangka yang telah dicat agar rangka terlihat mengkilap.
12. Setelah clear rata kemudian mengeringkannya.

4.3. Pembuatan Box Batere

Box digunakan sebagai tempat peletakan batere dan controller. Box dibuat dari besi plat dengan ukuran tebal 1mm. adapun proses pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Membuat pola balok tanpa tutup yang akan digunakan sebagai badan box dengan ukuran 170mmx120mmx250mm.
2. Membuat tutup box dengan pola yang sama dengan ukuran 170mmx120mmx30mm.
3. Mengelas setiap sudut pola yang telah dibuat dengan menggunakan las listrik.
4. Memberi engsel pada tutup box yang kemudian dipasangkan ke badan box.
5. Membuat lubang yang pada belakang box yang disesuaikan dengan pola ban, agar tidak berbenturan dengan roda saat kondisi jalan tidak rata.
6. Membuat lubang dudukan kunci dan dudukan batere dan controller pada box.
7. Membuat lubang sebagai dudukan baut pada bagian bawah box dengan ukuran baut M10.
8. Mengecat box.

4.4. Proses Perakitan

Proses perakitan adalah menggabungkan komponen-komponen sepeda menjadi satu kesatuan sehingga menjadi sebuah bentuk sepeda. Komponen-komponen yang dirakit adalah:

1. Stang / kemudi
2. Roda-roda
3. Gear dan rantai
4. Pengayuh
5. Kelengkapan lain (rem, saddle, shock)
6. Rangkaian kelistrikan (kit, baterai, grip gas, controller)
7. Box baterai
8. Aksesoris (sticker, lampu depan)

4.5. Hasil Sepeda Listrik

Hasil pembuatan sepeda listrik adalah seperti gambar 4.13. di bawah ini:



Gambar 4.13. Hasil Sepeda Listrik

4.6. Uji Jalan Sepeda Listrik.

4.6.1. Kecepatan Sepeda Listrik

Percobaan dilakukan di sepanjang jalan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Uji jalan dilakukan dengan pengendara yang mempunyai berat 68 kg. Percobaan dilakukan pada jarak 100m dan dihitung menggunakan stop watch dengan hasil 9,76 s. Sehingga dapat dihitung:

$$S = 100\text{m}$$

$$t = 9,76 \text{ s}$$

$$V = \frac{S}{T}$$

$$= \frac{100 \text{ m}}{9,76 \text{ s}}$$

$$= 10,24 \text{ m/s}$$

$$= 36,88 \text{ Km/jam}$$

4.6.2. Menghitung Jarak Maksimal Sepeda Listrik

Percobaan ini dilakukan di sepanjang jalan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Percobaan dilakukan dengan pengendara yang mempunyai beban 68 kg. Percobaan dilakukan dengan bantuan speedometer pada sepeda motor dengan cara mengendarai sepeda listrik sampai batere habis terpakai. Setelah itu mencatat hasil jarak yang telah ditempuh pada speedometer. Hasil dari percobaan yang telah dilakukan, speedometer menunjukan jarak 30 km.

BAB V

KESIMPULAN DA SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil percobaan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan sepeda listrik dilakukan dengan beberapa urutan proses. Urutan pembuatan proses sepeda listrik meliputi: proses pembuatan pola, proses pengelasan, proses pengecatan dan proses perakitan komponen sepeda dan komponen elektrikal.
2. Beban maksimal yang dapat digerakkan oleh motor adalah 200,41 kg.
3. Uji jalan sepeda listrik dilakukan di sepanjang jalan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dari uji jalan yang telah dilakukan, sepeda listrik mampu menempuh jarak 30 km dan mampu mencapai kecepatan 36 km/jam pada kondisi jalan mendatar dengan berat beban pengendara 68 kg.

5.2. Saran

1. Perlu ditambahkan sistem pengisian atau alternator pada sepeda listrik yang telah dibuat agar pengisian batere dapat dilakukan saat sepeda listrik melaju.
2. Penambahan penerangan berupa lampu akan sangat berguna bila dikendara pada malam hari.