

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 428/ Teknik Transportasi
Bidang Fokus : Teknologi Transportasi

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN MANDIRI**



**PERANCANGAN DAN PENGUJIAN KENDARAAN LISTRIK RODA
DUA DENGAN VARIASI PEMBEBANAN**

TIM PENYUSUN:

Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T (NIDN: 0017109301)

Ir. Dwi Djoko Suranto, M.T. (NIDN: 0023066107)

Cahyaning Nur Karimah, S.Pd., M.T. (NIDN: 0007109104)

Aditya Wahyu Pratama, S.T., M.T. (NIDN: 0014067811)

POLITEKNIK NEGERI JEMBER

AGUSTUS 2022

HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN MANDIRI

- Judul Penelitian : **Perancangan Dan Pengujian Kendaraan Listrik Roda Dua Dengan Variasi Pembebanan**
- Kode>Nama Rumpun Ilmu : 428/ Teknik Transportasi
- Ketua Tim Peneliti
- a. Nama Lengkap : Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T.
- b. NIDN : 0017109301
- c. NIP : 199310172019031009
- d. ID SINTA : 6722997
- e. Link ID SINTA : <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/detail?id=6722997&view=overview>
- f. ID Google Scholar : Z-J5YPUAAAAJ
- g. Link ID Google Scholar : <https://scholar.google.com/citations?hl=id&user=Z-J5YPUAAAAJ>
- h. ID Scopus : 57222958035
- i. Link ID Scopus : <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57222958035>
- j. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- k. Program Studi : Mesin Otomotif
- l. Jurusan : Teknik
- m. Nomor HP : 082333962659
- n. Alamat surel (*e-mail*) : Alextaufiqurrohman@polije.ac.id
- Anggota Peneliti (1)
- a. Nama Lengkap : Ir. Dwi Djoko Suranto, M.T.
- b. NIDN : 0023066107
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jember
- d. ID SINTA : 6169172
- Anggota Peneliti (2)
- a. Nama Lengkap : Cahyaning Nur Karimah, S.Pd., M.T.
- b. NIDN : 0007109104
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jember
- d. ID SINTA : 6723016
- Anggota Peneliti (3)
- a. Nama Lengkap : Aditya Wahyu Pratama, ST., MT
- b. NIDN : 0014067811
- c. Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jember
- d. ID SINTA : 6141257
- Anggota Mahasiswa (1)
- a. Nama Mahasiswa : Dicky Yoga Pratama
- b. Program Studi : Mesin Otomotif
- c. NIM : H42191350
- Anggota Mahasiswa (2)
- a. Nama Mahasiswa : Vicki Fahrizal Amir
- b. Program Studi : Mesin Otomotif
- c. NIM : H42182257
- Biaya Penelitian : Rp. 29.750.000,-

Mengetahui
Kepala DTM Politeknik Negeri Jember



Dr. Ir. Budi Hartono, M.Si.
NIP. 196005191992021001

Jember, 10 Agustus 2022

Ketua Peneliti,



Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T.
NIP. 19931017201903100

RINGKASAN

Kendaraan listrik memiliki prospek yang menjanjikan untuk dikembangkan. Kendaraan listrik tipe *Battery Electric Vehicle* (BEV) dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV) dapat menjadi solusi terkait ketergantungan terhadap sumber energi fosil serta emisi gas buang. Khusus untuk tipe BEV, perkembangan di Indonesia sudah pesat. Hal ini dibuktikan dengan dukungan dari pemerintah terkait pengembangannya melalui Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017 – 2045; Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019; Serta pembangunan infrastruktur pendukungnya [1] [2] [3].

Tak ketinggalan, Politeknik Negeri Jember juga telah memberikan panduan terkait penelitian dan pengembangan kendaraan listrik melalui Rencana Induk Riset Politeknik Negeri Jember Tahun 2021-2025. Penelitian kendaraan listrik tipe BEV roda empat sudah diawali oleh Jurusan Teknik dengan menggandeng PT. Manufactur Dynamic Indonesia. Namun demikian inovasi serta terobosan IPTEK yang baru masih sangat diperlukan. Sehingga pengembangan yang mencakup desain dan tipe kendaraan, sistem kendali, serta *assembly protoype* kendaraan listrik roda dua direncanakan melalui beberapa penelitian terpadu dan berkelanjutan yang melibatkan Internal Kampus (Dosen dan Mahasiswa) serta mitra dari dunia usaha dan industri. Harapannya, kendaraan listrik yang dikembangkan tersebut menjadi produk unggulan Politeknik Negeri Jember dan siap untuk diproduksi massal [4].

Tahapan metode penelitian ini, dimulai dengan menentukan mitra kerja sama dari dunia usaha dan industri. Berikutnya adalah merancang, dan memperhitungkan desain *prototype* kendaraan listrik roda dua. Desain *protoype* selanjutnya diwujudkan melalui pabrikan komponen rangka dan *body* di PT. Manufactur Dynamic Indonesia sebagai mitra. Kendaraan listrik roda dua yang akan dikembangkan akan dilengkapi dengan sistem kendali motor listrik. Selanjutnya, pengujian dengan memberikan variasi pembebanan dilakukan pada penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk mengetahui performa kendaraan listrik dan baterai yang digunakan.

Kata kunci : *Battery Electric Vehicle*, desain kendaraan, sistem kendali, *monitoring*, *prototype*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul : Perancangan Dan Pengujian Kendaraan Listrik Roda Dua Dengan Variasi Pembebanan Atas bantuan dan dukungan yang secara langsung, maupun tidak langsung yang telah Kami terima, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar– besarnya kepada :

1. Direktur Politeknik Negeri Jember, Saiful Anwar, S.TP, M.P.
2. Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember, Dr. Ir. Budi Hariono, M.Si.
3. Ketua Jurusan Teknik, Moch. Nuruddin, ST. M.Si.
4. Serta semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Dengan segala kemampuan yang ada serta mengingat terbatasnya pengalaman dan pengetahuan, kami sepenuhnya menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, baik dalam pengungkapan, pokok pikiran, tata bahasa maupun kelengkapan pembahasannya. Semoga dengan hasil dari penelitian kami dalam laporan ini dapat berguna bagi yang membutuhkan.

Jember, 9 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN MANDIRI	ii
RINGKASAN.....	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang Penelitian.....	1
2. Permasalahan yang Akan Diteliti	1
II TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1 <i>State of The Art</i>	2
2.2 Landasan Teori	2
III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	4
3.1 Tujuan Khusus Penelitian	4
3.2 Urgensi Penelitian.....	4
IV METODE PENELITIAN	5
4.1 Metode Penelitian	5
4.2 Tahapan Penelitian.....	5
4.3 Lokasi Penelitian.....	5
4.4 Diagram Alir Penelitian	6
4.5 Desain Kendaran	7
4.6 Tugas Tim Peneliti.....	8
V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	10
5.1 Karakteristik dan Desain Kendaraan Listrik Roda Dua yang Dikembangkan	10
5.2 Pengujian Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Motor Listrik.....	11
5.3 Pengujian Durasi Pengisian Daya Baterai	13
5.4 Luaran yang Dicapai	14
VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	15
VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	16
7.1 Kesimpulan	16
7.2 Saran	16

DAFTAR PUSTAKA.....	17
LAMPIRAN	18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pembagian Tugas Tim Peneliti.....	8
Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak dan Waktu Tepuh Sepeda Motor Listrik	11
Tabel 3. Hasil Pengujian Durasi Pengisian Daya Baterai	13
Tabel 4. Indikator Kinerja Penelitian	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian	6
Gambar 2. Desain Rangka Kendaraan Listrik Model Retro Klasik Tipe A	7
Gambar 3. Desain Rangka Kendaraan Listrik Model Retro Klasik Tipe B	7
Gambar 4. <i>Wiring Diagram</i> untuk Sistem <i>Monitoring</i> Baterai	8
Gambar 5. Realisasi Sepeda Motor Listrik.....	10
Gambar 6. Plot grafik perbandingan antara tegangan awal dan tegangan akhir dengan variasi beban <i>driver</i>	12
Gambar 7. Plot grafik pengaruh variasi beban <i>driver</i> terhadap jarak dan waktu tempuh sepeda motor listrik.....	12
Gambar 8. <i>Roadmap</i> Penelitian	15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persiapan Pengujian Jarak dan Waktu Tempuh Kendaraan.....	18
Lampiran 2. Pengujian Durasi Pengisian Baterai	19
Lampiran 3. Lintasan Pengujian	20
Lampiran 4. Bukti Submit Jurnal Quantum Teknik Sinta 4	21

I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Penelitian

Jumlah kendaraan listrik di dunia selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, baik jenis BEV (*Battery Electric Vehicle*) maupun PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*). Namun demikian, mobil listrik jenis BEV memiliki jumlah penyebaran yang selalu lebih tinggi dibandingkan dengan mobil listrik jenis PHEV setiap tahunnya. Mobil listrik jenis BEV (*Battery Electric Vehicle*) merupakan jenis mobil listrik yang sumber energinya secara keseluruhan benar-benar hanya disuplai oleh baterai saja. Dengan demikian, pengemudi mobil jenis BEV harus cermat dalam memperhitungkan jarak dengan kapasitas baterai yang tersisa. Sedangkan mobil listrik jenis PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) adalah jenis mobil listrik yang memadukan dua mesin sekaligus yakni mesin konvensional dengan sumber energi BBM serta mesin listrik dengan sumber energi listrik dari baterai [5][6].

Pengembangan Kendaraan Listrik di Indonesia, khususnya tipe BEV mendapatkan perhatian dan dukungan serius dari pemerintah. Hal ini dibuktikan dengan terbitnya Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan; Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017 – 2045 terkait penggunaan kendaraan listrik sebagai transportasi umum. Serta pembangunan beberapa infrastruktur pendukungnya meliputi industri baterai; industri kendaraan listrik serta Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) meskipun jumlahnya belum sebanyak Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) [2] [3].

Politeknik Negeri Jember juga telah memberikan panduan serta target penelitian dan pengembangan kendaraan listrik melalui Rencana Induk Riset Politeknik Negeri Jember Tahun 2021-2025. Rencana Riset diwujudkan oleh Jurusan Teknik dengan mengembangkan kendaraan listrik tipe BEV roda empat. Pengembangan kendaraan ini melibatkan Jurusan Teknik dengan mitra PT. Manufactur Dynamic Indonesia (MDI) melalui skema Program Peningkatan Pendidikan Tinggi Vokasi (P3TV) dalam bentuk *Memorandum of Understanding* (MoU). Untuk menekan biaya produksi disertai peningkatan kualitas produk, serta pangsa pasar yang lebih luas, maka segmen yang lain (roda dua) perlu diteliti dan dikembangkan juga. Hal mendasar yang perlu diteliti adalah terkait dengan Desain kendaraan; Sistem kendali kendaraan listrik serta *assembly* kendaraan listrik [4].

Penelitian dan pengembangan ketiga aspek tersebut memerlukan kajian berlandaskan IPTEK lanjutan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan mahasiswa melalui kegiatan riset di *workshop*. Selain itu penelitian dan pengembangan dengan perguruan tinggi lain dan Mitra/DUDI juga diharapkan bisa menjadi penyokong utama. Harapannya, kendaraan listrik yang dikembangkan tersebut menjadi produk unggulan Politeknik Negeri Jember dan siap untuk diproduksi.

2. Permasalahan yang Akan Diteliti

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijabarkan, maka permasalahan yang akan diteliti antara lain:

1. Bagaimana karakteristik dan desain kendaraan listrik roda dua yang akan dikembangkan?
2. Bagaimana hasil pengujian performa kendaraan serta baterai dengan variasi beban?

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of The Art*

Penelitian ini difokuskan untuk mendapatkan desain; sistem kendali; *assembly*; serta performa kendaraan listrik dan baterai. Desain merupakan salah satu tahap awal dalam mengembangkan kendaraan listrik roda dua. Pada penelitian ini, sudah dikembangkan desain gambar teknik terkait kendaraan listrik roda dua yang nantinya akan dipabrikasi. Adapun desain gambar teknik yang telah dikembangkan yakni kendaraan listrik roda dua tipe retro klasik. Pemilihan desain ini disesuaikan dengan mempertimbangkan ketersediaan komponen dan sumber daya yang ada serta melihat pangsa pasar yang lebih luas untuk menjadi prototipe kendaraan listrik roda dua.

Dalam mengoptimalkan kinerjanya, kendaraan listrik memerlukan sistem kendali. Sistem kendali yang akan dikembangkan terkait dengan sistem kendali motor listrik serta *monitoring* tegangan baterai. Baterai merupakan sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensi yang tinggi [7]. Baterai lithium-ion menjadi pilihan tepat untuk digunakan pada penelitian ini karena memiliki kelebihan yaitu density energi yang tinggi, density daya yang tinggi, self discharge yang rendah, fast charging, tidak ada efek memori, dan siklus hidup yang lama [8] [9], [10]. Namun, baterai berbasis lithium ion hanya menghasilkan tegangan 3,7 V tiap sel. Sehingga jika ingin digunakan sebagai sumber energi pada kendaraan listrik, memerlukan beberapa sel baterai litium ion yang dirangkai secara seri dan paralel menjadi *battery pack*.

Setelah desain dipabrikasi dan dilengkapi sistem kendali serta komponen penunjang lainnya. Kendaraan listrik roda dua direalisasikan dalam bentuk *prototype*. Selanjutnya prTOTYPE akan diuji, meliputi pengujian sistem kendali setelah terintegrasi dengan kendaraan listrik serta uji performa kendaraan listrik dan baterai dengan beberapa variasi beban. Kompleksitas dari *prototype* kendaraan listrik ini sangat perlu dicari formulanya melalui penelitian yang komprehensif dan berkelanjutan.

2.2 Landasan Teori

Kendaraan listrik adalah kendaraan yang ramah lingkungan karena sumber tenaga yang digunakan tidak berasal dari bahan bakar fosil melainkan dari sebuah baterai untuk menggerakkan motor/dynamo [11]. Kendaraan listrik merupakan alat transportasi yang dapat menggabungkan manfaat dari segi kesehatan dan ramah lingkungan dengan kenyamanan berkendara yang mirip dengan kendaraan bermotor. Baterai sendiri adalah perangkat yang mempunyai satu atau lebih sel elektrokimia disertai koneksi eksternal yang telah tersedia untuk memberi daya perangkat listrik seperti HP, sepeda listrik, motor listrik dan mobil listrik [12]. Kendaraan listrik terdiri atas beberapa komponen utama, antara lain motor listrik, baterai, alat pengisian ulang, control kecepatan, dan sistem manajemen energi. Mobil listrik menggunakan motor listrik sebagai penggeraknya.

Motor BLDC (*Brushless Direct Current Motor*) merupakan salah satu jenis motor-sinkron. Pada motor *Brushless DC*, medan magnet yang dihasilkan oleh rotor dan stator pada frekuensi yang sama.

Hand Throttle seperti merupakan metode untuk mengendalikan kecepatan sepeda listrik. *Throttle* memiliki fungsi sama halnya motor biasa, saat memutar gas sepeda akan bergerak. Sistem *Pedal Assist* dan *Hand Throttle* memiliki beberapa perbedaan. Berbagai jenis *Throttle* sebagian besar berbeda fisik yang tidak mempengaruhi fungsinya [13]

Baterai *lithium ion* memakai senyawa lithium interkalasi sebagai bahan elektroda, berbeda dengan lithium metalik yang dipakai di baterai *lithium non-refill*. Baterai *lithium ion* umumnya ditemui pada barang-barang elektronik konsumen dikarenakan memiliki salah satu kepadatan

energi terbaik, tanpa efek memori dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Beberapa kelebihan yang dimiliki baterai jenis ini yaitu *density*, energi yang cukup tinggi, *density* daya yang tinggi, *self discharge* yang sangat rendah, *fast charging*, tidak ada efek memori dan *life time* yang cukup panjang [14]. Untuk menghitung waktu pengisian baterai yang telah dirancang dapat diselesaikan dengan persamaan 2.1 [13]:

$$t (h) = \frac{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}}{\text{Arus yang pembebeanan (mA)}} \dots\dots\dots 2.1$$

Sedangkan kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan 2.2 [15]:

$$N (Ah) = I (A) \times t (h) \dots\dots\dots 2.2$$

III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Khusus Penelitian

Tujuan khusus penelitian ini jika dikaji berdasarkan dari permasalahan yang telah diuraikan adalah sebagai berikut:

1. Mendesain dan mengetahui karakteristik kendaraan listrik roda dua yang akan dikembangkan.
2. Mengetahui hasil pengujian performa kendaraan serta baterai dengan variasi beban?

3.2 Urgensi Penelitian

Penelitian ini mempunyai urgensi besar dari pemerintah bagi masyarakat serta pegawai pemerintah. Karena kedepannya sesuai arahan Presiden, Ibu Kota Negara (IKN) baru hanya “menerima” kendaraan-kendaraan bermotor yang ramah lingkungan, utamanya kendaraan listrik. Hal ini juga didukung dengan komitmen presiden melalui Peraturan Presiden No. 15 Tahun 2019; Peresmian uji coba eksosistem kendaraan listrik oleh Presiden, serta pembangunan infrastruktur pendukung. Untuk turut menyukseskan prgram ini, maka diperlukan percepatan penelitian pendukung. Tak terkecuali Polije yang merupakan salah satu Perguruan Tinggi dengan potensi yang dimilikinya harus mampu turut berkontribusi menyukseskan program kerja presiden ini.

Penelitian inipun dapat menjadi wujud janji Direktur Polije kepada Bupati Jember, Bapak Ir. H. Hendy Siswanto untuk menjadikan Polije sebagai mitra Pemda dalam membangun Jember di berbagai sektor. Janji ini tercetus dalam kunjungan Bupati Jember Hendy Siswanto ke Polije 23 Januari 2021. Bupati Jember mengutarakan, Pemda ingin melibatkan Perguruan Tinggi yang ada di Jember untuk bersinergi mengembangkan ekonomi melalui produk inovasi akademisi.

IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif analitik. Penelitian kendaraan listrik roda dua Jurusan Teknik ini diawali dengan menentukan dan merancang desain kendaraan listrik. Desain dilakukan menggunakan *software* Solid Work. Desain yang sudah didapat selanjutnya dirancang dan dirakit dengan melibatkan mitra, PT. Manufactur Dynamic Indonesia (MDI).

Setelah rangka body dan komponen sepeda listrik dirakit, Sistem kendali kendaraan listrik dirancang. Sistem kendali ini nantinya yang akan menentukan kecepatan putar aktuator, yakni motor listrik BLDC, berdasarkan tarikan gas oleh pengemudi pada bagian setir. Sistem kendali ini juga yang akan menentukan energi listrik yang dibutuhkan sesuai dengan beban yang ada.

Rancangan sistem *monitoring* tegangan baterai akan didesain dan dirakit pada penelitian ini. Selanjutnya peforma kendaraan listrik dan baterai dengan pemberian variasi beban dilakukan di Laboratorium Rekayasa Otomotif serta dilingkungan Politeknik Negeri Jember. Beberapa rangkaian percobaan pada peneltiain ini diharapkan mampu menghasilkan kendaraan listrik roda dua yang sesuai dengan standar keamanan dan kenyamanan berkendara, serta menjadi tahap awal untuk produk unggulan Polije dan siap untuk diproduksi massal.

4.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini secara ringkas dapat dirangkum dalam tahapan berikut:

1. Permulaan
 - a. Meliputi kegiatan studi literatur, supervisi proses, supervisi wilayah untuk menentukan DUDI yang berpotensi untuk menjadi mitra kerja sama.
 - b. Perancangan, perhitungan desain *prototype* kendaraan listrik roda dua di Laboratorium Rekayasa Otomotif Politeknik Jegeri Jember.
 - c. Pabrikasi *protoype* komponen rangka dan *body* kendaraan listrik dari hasil desain dan perancangan di PT. Manufactur Dynamic Indonesia (MDI).
2. Pertengahan
 - a. Meliputi perancangan sistem kendali, perekaman data, pengujian produk, dan uji ketahanan alat, di Laboratorium Rekayasa Otomotif.
 - b. Perancangan sistem *monitoring* tegangan baterai, pengujian produk, dan uji ketahanan alat di Laboratorium Rekayasa Otomotif.
 - c. *Assembly* komponen utama dan penunjang *protoype* kendaraan listrik roda dua.
 - d. Uji performa *prototype* kendaraan listrik roda dua di lingkungan Polije
3. Akhir
 - a. Meliputi kegiatan analisis data yang telah didapatkan serta penarikan kesimpulan kelayakan dan penyempurnaan produk kendaraan listrik roda dua sesuai dengan standart keamanan dan kenyamanan berkendara.
 - b. Pembuatan laporan akhir kegiatan penelitian.
 - c. Publikasi hasil penelitian pada Prosiding/ Jurnal sesuai target.
 - d. Persiapan untuk kelanjutan penelitian sesuai dengan peta jalan penelitian mengacu pada hasil penelitian yang baru saja dilakukan.

4.3 Lokasi Penelitian

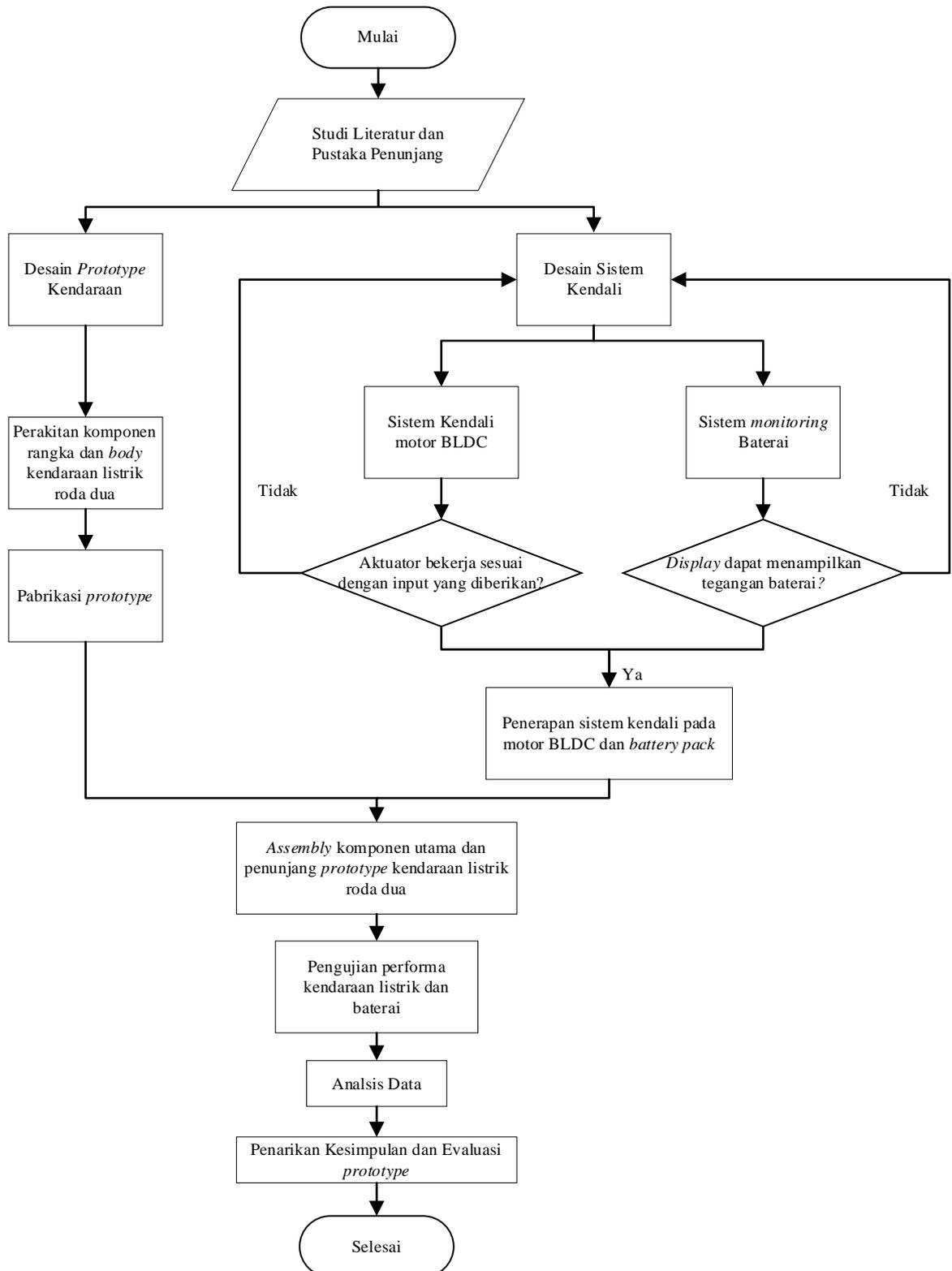
Penelitian ini dijadwalkan mulai dilaksanakan pada bulan Juni 2022 s.d. September 2022. Adapun lokasi peaksanaan penelitian meliputi:

- a. Laboratorium Rekayasa Otomotif Politeknik Jegeri Jember untuk perancangan dan desain *prototype* kendaraan listrik roda dua serta perancangan sistem kendali.

- b. PT. Manufactur Dynamic Indonesia (MDI) untuk pabrikasi *prototype* serta perakitan komponen utama dan komponen penunjang kendaraan listrik roda dua.
- c. Lingkungan Politeknik Negeri Jember untuk pengujian performa kendaraan listrik dan baterai dengan pemberian variasi beban.

4.4 Diagram Alir Penelitian

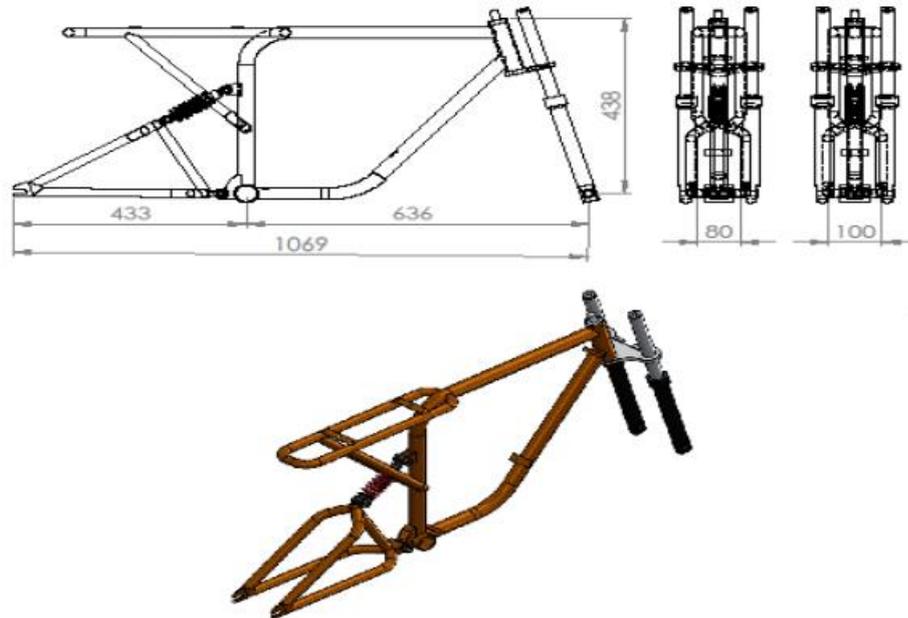
Adapun diagram alir dari penelitian ini secara terperinci dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



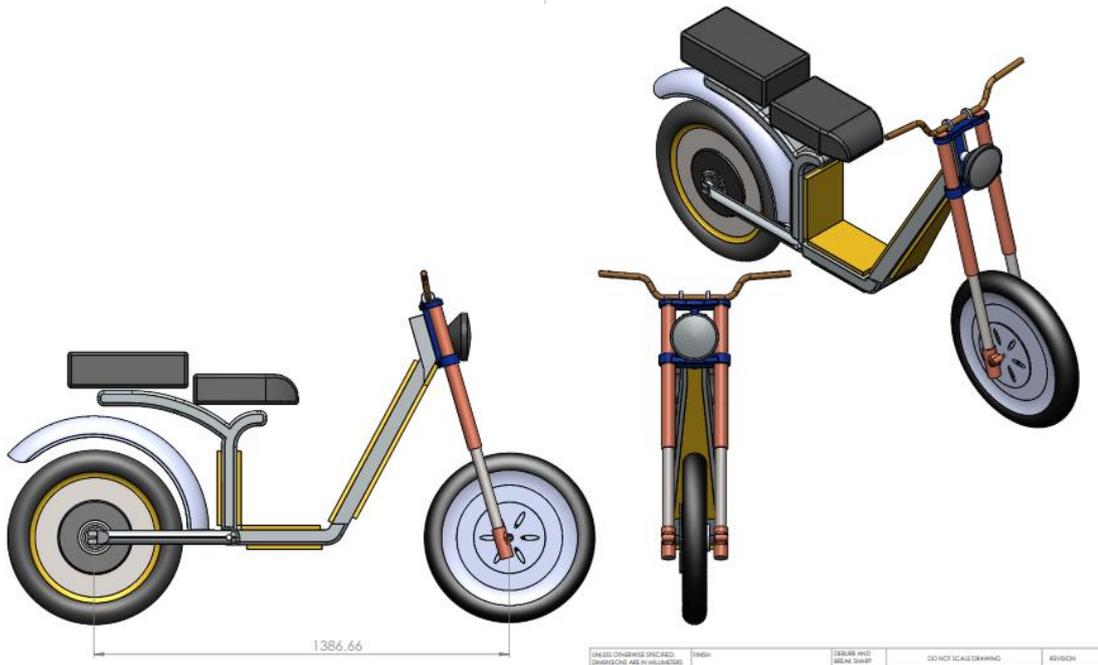
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4.5 Desain Kendaraan

Kegiatan pra penelitian sudah dilakukan, yakni terkait dengan desain kendaraan listrik yang akan diwujudkan. Desain gambar teknik kendaraan listrik yang dibuat yakni tipe retro klasik seperti pada gambar berikut:

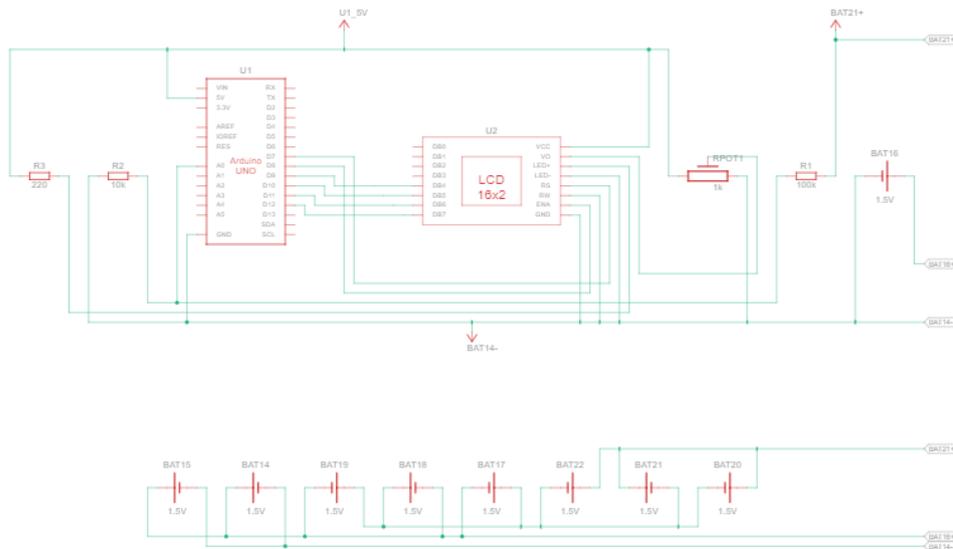


Gambar 2. Desain Rangka Kendaraan Listrik Model Retro Klasik Tipe A



Gambar 3. Desain Rangka Kendaraan Listrik Model Retro Klasik Tipe B

Berdasarkan dua tipe kendaraan listrik tersebut, dengan mempertimbangkan ketersediaan komponen dan sumber daya yang ada, maka penelitian ini akan mengembangkan salah satu dari desain kendaraan listrik tersebut. Sedangkan wiring diagram monitoring baterai adalah seperti Gambar 5.



Gambar 4. Wiring Diagram untuk Sistem Monitoring Baterai

4.6 Tugas Tim Peneliti

Adapun rincian tugas dari masing-masing tim peneliti adalah seperti pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pembagian Tugas Tim Peneliti

No	Nama Pengusul/NIDN Nama Mhs/ NIM	Prodi	Bidang Ilmu	Instansi Asal	Uraian Tugas
1	Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si., M.T. 0017109301	Mesin Otomotif (MOT)	Fisika Terapan dan Instrumentasi; Purwarupa Produk	Politeknik Negeri Jember	1. Pengawas control alat penelitian dan data. 2. <i>Data Collecting Supervisor.</i> 3. <i>Jurnal Maker</i>
2	Ir. Dwi Djoko Suranto, M.T. 0023066107	Mesin Otomotif (MOT)	Desain dan <i>Assembly</i> ; <i>Feasibility Studi</i>	Politeknik Negeri Jember	1. <i>Data Collecting Supervisor.</i> 2. <i>Prototype methode maker.</i> 3. <i>Conclusion Maker.</i>
3	Cahyaning Nur Karimah, S.Pd., M.T.	Mesin Otomotif (MOT)	Elektronika dan sistem kendali	Politeknik Negeri Jember	1. Analisis Data. 2. Pabrikasi purwarupa 3. <i>Research Presenter.</i>
4	Aditya Wahyu Pratama, ST., MT. 0014067811	Mesin Otomotif (MOT)	Konversi Energi dan Sistem Mekanis	Politeknik Negeri Jember	1. Perhitungan dan perancangan alat. 2. Desain dan <i>Assembly</i> Produk. 3. <i>Setting</i> instalasi penelitian dan kalibrasi alat ukur.
5	Dicky Yoga Pratama/ H42191350	Mesin Otomotif (MOT)	Mesin Otomotif	Politeknik Negeri Jember	<i>Data Collector</i>

6	Vicki Fahrizal Amir/ H42182257	Mesin Otomotif (MOT)	Mesin Otomotif	Politeknik Negeri Jember	<i>Data Collector</i>
---	-----------------------------------	----------------------------	-------------------	--------------------------------	-----------------------

V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Penelitian ini, difokuskan dalam penentuan karakteristik dan desain kendaraan listrik roda dua yang akan dikembangkan. Selanjutnya, kendaraan listrik serta baterainya diuji performanya dengan pemberian variasi beban dari *driver*. Adapaun variasi beban *driver* adalah 50 kg, 55 kg, dan 60 kg. Data yang didapatkan pada penelitian ini meliputi Tegangan Awal (V_i) dan Tegangan Akhir (V_o) dalam satuan Volt; Arus (I) dalam satuan Ampere; Jarak Tempuh (S) dalam satuan km dan Waktu Tempuh (T) dalam satuan menit.

5.1 Karakteristik dan Desain Kendaraan Listrik Roda Dua yang Dikembangkan

Kendaraan listrik roda dua (selanjutnya disebut sebagai Sepeda Motor Listrik) pada penelitian ini dirancang dan dikembangkan di Laboratorium Bengkel Perawatan Otomotif Politeknik Negeri Jember untuk desain dan penentuan komponen yang ada. Selanjutnya, realisasi unit dilaksanakan di workshop PT. Manufactur Dynamic Indonesia. Sedangkan komponen elektronika dari sepeda motor listrik ini rangkai di Laboratorium Rekayasa Otomotif Politeknik Negeri Jember. Adapaun sepeda motor listrik yang berhasil direalisasikan adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 5. Realisasi Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor listrik tersebut menggunakan motor listrik tipe motor *Brushless Direct Current* (BLDC) dengan daya 1 KWh. Motor BLDC saat ini sesuai untuk diaplikasikan pada kendaraan listrik. Motor jenis ini memiliki kelebihan seperti motor DC lainnya, yakni memiliki nilai torsi awal yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk beban yang berat. Selain itu, jika pada motor DC biasa terdapat komutator dan sikat-sikat yang akan mempengaruhi efisiensi, pada motor jenis BLDC tidak terdapat bagian tersebut. Hal ini akan berdampak pada efisiensi

yang meningkat, biaya perawatan rendah dan praktis, kecepatan yang lebih baik dengan torsi yang tetap tinggi serta respons dinamis yang lebih besar [16].

Selain motor listrik, beberapa komponen lain ada pada sepeda motor listrik ini meliputi:

1. Baterai Lithium ion 18650 yang dirangkai seri paralel;
2. *Controller* untuk motor listrik;
3. *Handle gas* yang terhubung dengan *controller* motor listrik. Selanjutnya digunakan untuk mengendalikan kecepatan sepeda motor listrik layaknya sepeda motor konvensional;
4. *Display indicator* yang dapat menampilkan informasi kecepatan, sisa baterai, dan mode percepatan dari sepeda motor listrik;
5. Lampu penerangan dan lampu indikator berupa: lampu sen sebagai penanda belok; *Head lamp* untuk penerangan bagian depan sepeda motor listrik; Lampu belakang tipe LED sebagai indikator ketika pedal rem diinjak maupun tuas rem ditarik;
6. *Handle rem* dengan *switch* yang digunakan untuk mempermudah dan memperhalus akses pengereman;

Sepeda motor listrik ini memiliki jari-jari roda depan dan belakang 17 inchi. Sedangkan *wheelbase*-nya adalah 1.250 cm.

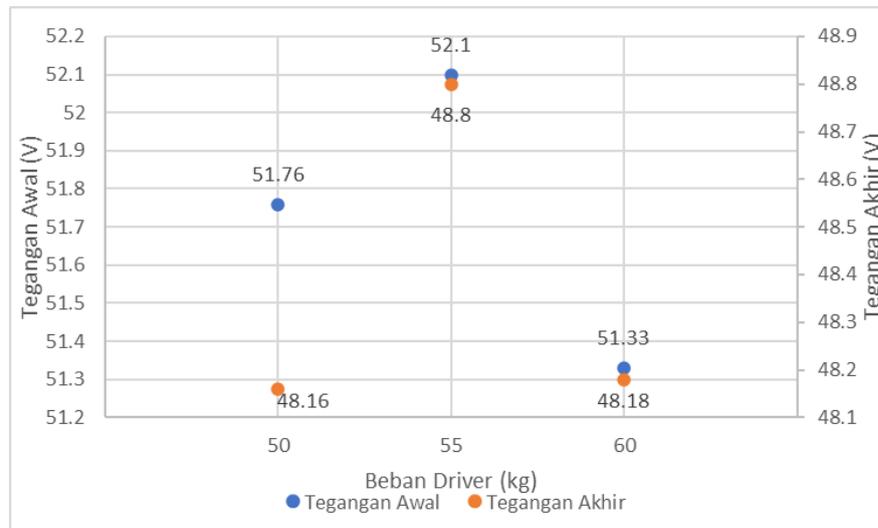
5.2 Pengujian Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Motor Listrik

Untuk kondisi lintasan, kendaraan listrik diuji pada jalan raya yang relatif datar dengan lalu lintas perkotaan yang lancar. Untuk masing-masing beban *driver*, kecepatan yang digunakan adalah konstan yakni 20 km/ jam. Pemilihan nilai kecepatan tersebut didasarkan pada lintasan yang ada. Dengan kecepatan yang di atas 20 km/jam, dikhawatirkan akan terganggu dengan kondisi jalan raya. Perhitungan kecepatan sepeda motor listrik adalah menggunakan hubungan pusat roda dan dilengkapi sistem monitoring dari aplikasi *strava* berbasis *smartphone*. Aplikasi ini dapat menampilkan data *rute maps* lengkap dengan GPS, kecepatan rata-rata dan jarak tempuh. Untuk tegangan bawah dari baterai dibatasi sebesar 48 Volt, sedangkan kuat arus yang mengalir adalah 19,6 Ampere. Berikut ini merupakan hasil pengujian jarak tempuh sepeda motor listrik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jarak dan Waktu Tepuh Sepeda Motor Listrik

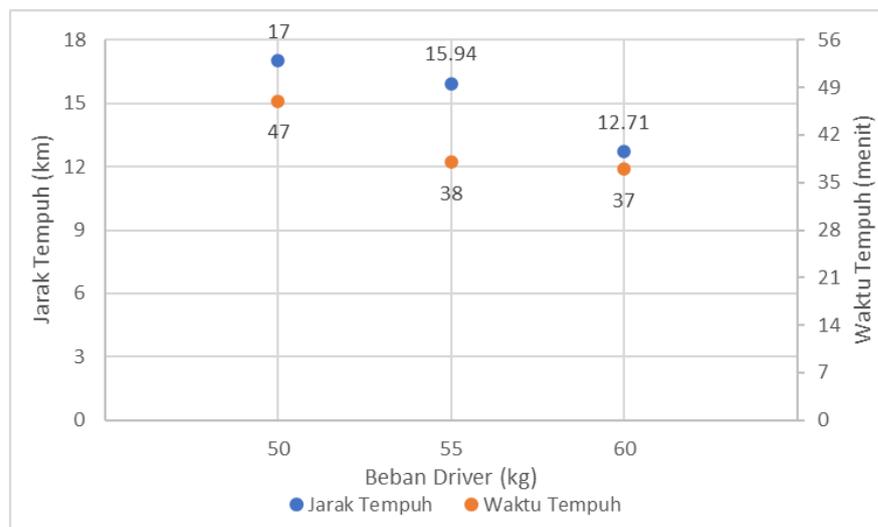
Beban Driver (kg)	Batas Tegangan (V)	Tegangan Awal (V)	Kuat Arus (A)	Tegangan Akhir (V)	Jarak Tempuh (km)	Waktu Tempuh (Menit)
50	48	51,76	19,6	48,16	17,00	47
55	48	52,10	19,6	48,80	15,94	38
60	48	51,33	19,6	48,18	12,71	37

Adapun plot grafik perbandingan antara tegangan awal dan tegangan akhir dengan variasi beban driver (50 kg, 55 kg, dan 60 kg) serta kecepatan kendaraan konstan 20 km/ jam adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Plot grafik perbandingan antara tegangan awal dan tegangan akhir dengan variasi beban *driver*

Sedangkan plot grafik pengaruh variasi beban *driver* terhadap waktu tempuh dan jarak tempuh sepeda motor listrik adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Plot grafik pengaruh variasi beban *driver* terhadap jarak dan waktu tempuh sepeda motor listrik

Gambar 6. Menunjukkan bahwa pada beban *driver* 50 kg memiliki penurunan tegangan yang paling besar jika dibandingkan dengan beban *driver* lainnya (55 kg dan 60 kg). Meskipun memiliki penurunan tegangan yang lebih besar, beban driver 50 kg memiliki jarak tempuh yang lebih jauh serta waktu tempuh yang lebih lama. Untuk beban *driver* 50 kg, jarak tempuh dan waktu tempuh secara berurutan adalah 17 km dan 47 menit; Untuk beban *driver* 55 kg adalah 15.94 km dan 38 menit; Sedangkan untuk beban driver 60 kg adalah 12,71 km dan 37 menit. Hal ini dapat terjadi karena pada beban yang lebih ringan, motor tidak terlalu membutuhkan torsi yang besar. Sehingga berpengaruh terhadap arus yang disuplai dari baterai ke motor.

Karena arus yang disuplai adalah konstan untuk semua variasi pembebanan, maka yang mengalami perubahan adalah penurunan adalah tegangan akhir baterai. Pada beban driver yang lebih ringan, jarak tempuhnya jauh dan waktu tempuhnya lama sehingga penurunan tegangan baterai akan semakin besar.

5.3 Pengujian Durasi Pengisian Daya Baterai

Baterai yang digunakan untuk sumber energi dari sepeda motor listrik adalah baterai litium ion 18650 yang dirangkai secara seri dan paralel. Ketika sudah dalam bentuk *battery pack*, baterai memiliki tegangan akhir sebesar 54,6 Volt. Dalam pengujian ini, *charger* yang digunakan memiliki spesifikasi 48 Volt 2 A. Hasil pengujian durasi pengisian baterai adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Durasi Pengisian Daya Baterai

Percobaan ke-	Tegangan Baterai (V)	Kapasitas Baterai (Ah)	Waktu pengisian hingga penuh (jam)
1	54,6	6	4,5
2			4,3
3			4,2
Rata-rata			4,3

Baterai yang digunakan pada sepeda motor listrik memiliki kapasitas total 6 Ah. Berdasarkan Persamaan 2.1, dapat diketahui bahwa dari spesifikasi *charger* yang digunakan, baterai seharusnya sudah terisi penuh dalam waktu 3 jam, dengan perhitungan:

$$t(h) = \frac{\text{Kapasitas Baterai (Ah)}}{\text{Arus yang pembebanan (mA)}}$$

$$t(h) = \frac{6Ah}{2A}$$

$$t(h) = 3h$$

Namun demikian, hasil pengujian seperti yang tertera pada Tabel 3 menunjukkan bahwa masih terdapat selisih waktu yang sangat lama yakni 1.3 jam (dibandingkan nilai rata-rata). Hal ini dapat terjadi dimungkinkan karena beberapa hal, meliputi: transformator yang tidak ideal, resistansi dalam baterai atau adanya beban yang dapat menurunkan arus maupun tegangan keluaran *charger*, serta suhu yang meningkat seiring dengan waktu yang semakin lama sehingga arus menurun.

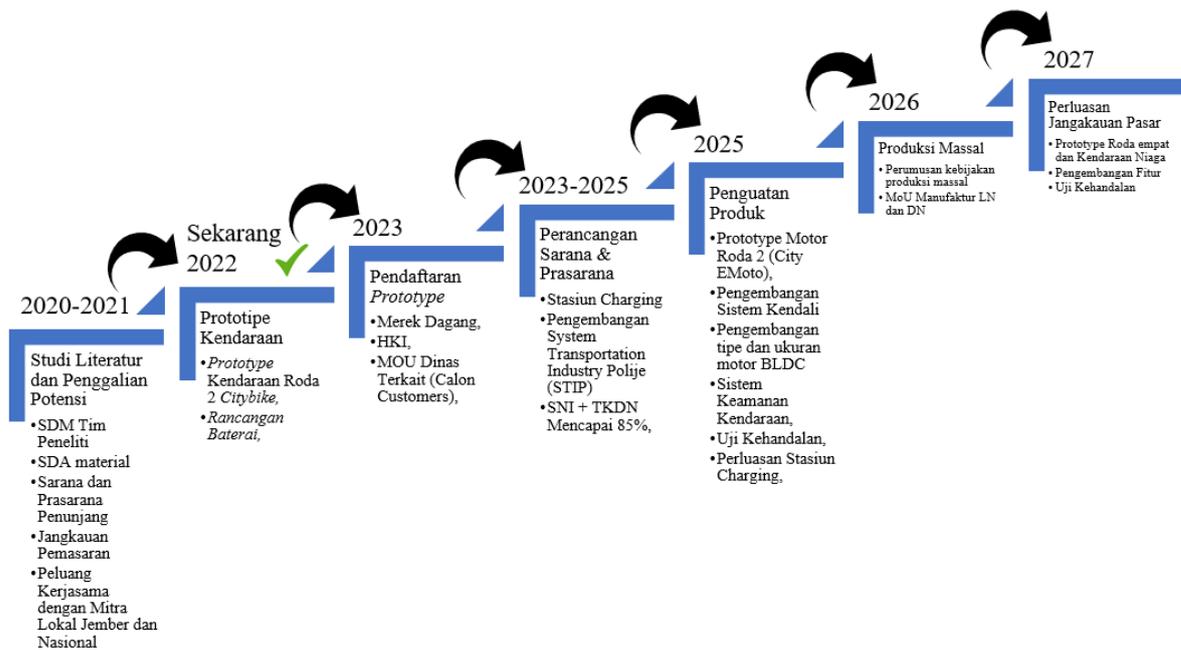
5.4 Luaran yang Dicapai

Tabel 4. Indikator Kinerja Penelitian

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian
1	Artikel Ilmiah Dimuat Di Jurnal	Internasional	<i>Accepted</i> Artikel ilmiah di jurnal nasional terakreditasi SINTA
		Nasional Terakreditasi	
		Nasional Tidak Terakreditasi	
2	Artikel Ilmiah Dimuat Di Prosiding	Internasional	
		Nasional	
		Lokal	
3	Keynote Speaker/Invited Dalam Temu Ilmiah	Internasional	
		Nasional	
		Lokal	
4	Pembicara Kunci/Tamu (Visiting Lecturer)	Internasional	
5	Hak Kekayaan Intelektual	Paten	
		Paten Sederhana	
		Hak Cipta	
		Merek Dagang	
		Rahasia Dagang	
		Desain Produk Industri	
		Indikasi Geografis	
		Perlindungan Varietas Tanaman	
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu	
6	Teknologi Tepat Guna		
7	Model / Purwarupa / Desain / Karya Seni / Rekayasa Sosial		Purwarupa Sepeda Motor Listrik
8	Buku (ISBN)		
9	Dokumen kerjasama		
10	Jumlah Dana Kerja Sama Penelitian	Internasional	
		Nasional	
		Regional	
11	Angka Partisipasi Dosen		4 Orang Dengan Bidang Keahlian yang Linear dengan Topik Penelitian

VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Road map penelitian ini akan dilakukan selama 5 tahun ke depan. Pada tahun ini, penelitian ditargetkan pada pembuatan prototipe kendaraan listrik roda dua. Hal-hal mendasar yang perlu dipersiapkan terkait target penelitian tersebut adalah desain kendaraan listrik; Sistem kendali kendaraan listrik; serta *assembly* kendaraan listrik. Setelah produk prortotype sudah terproduksi, runtutan rencana penelitian meliputi perancangan sarana prasarana; penguatan produk; produksi massal; serta perluasan jangkauan pasar. Berikut merupakan *milestone* rencana penelitian kendaraan listrik roda dua di Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember 5 tahun ke depan.



Gambar 8. *Roadmap* Penelitian

VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Sepeda motor listrik yang telah berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan penggerak motor listrik tipe BLDC 1 Kw. Dengan dilengkapi dengan beberapa komponen, meliputi: Baterai Lithium ion 18650 yang dirangkai seri paralel; *Controller* untuk motor listrik; Handle gas; Display indicator; Lampu penerangan dan lampu indikator; *Handle rem* dengan *switch*.
2. Dengan beban *driver* yang paling ringan (50 kg), didapatkan jarak tempuh yang paling jauh 17 km dan waktu tempuh yang paling lama pula yakni 47 menit. Untuk beban *driver* 55 kg, didapatkan jarak tempuh 15,94 km dan waktu tempuh 38 menit. Sedangkan untuk beban *driver* 60 kg adalah 12,71 km dan 37 menit. Dengan jarak tempuh paling jauh dan waktu tempuh yang paling lama, pengujian dengan beban *driver* 50 kg juga memiliki penurunan tegangan baterai yang paling besar, yakni 3,6 Volt. Sedangkan pada pengujian beban *driver* 55 kg dan 60 kg adalah 3,3 Volt dan 3,15 Volt.
3. Hasil pengujian durasi pengisian baterai secara eksperimen (4,3 jam) lebih lama 1,33 jam jika dibandingkan dengan teori yang ada (3 jam). Hal ini dapat terjadi dimungkinkan karena beberapa hal, meliputi: transformator yang tidak ideal, resistansi dalam baterai atau adanya beban yang dapat menurunkan arus maupun tegangan keluaran *charger*, serta suhu yang meningkat seiring dengan waktu yang semakin lama sehingga arus menurun.

7.2 Saran

Adapun Saran yang dari hasil penelitian ini untuk perbaikan pada penelitian lebih lanjut adalah:

1. Pemakaian rangkaian *battery pack* yang menghasilkan *output* tegangan dan kuat arus lebih akurat dan presisi.
2. Pengujian performa kendaraan yang tidak boleh dipaksakan, untuk menghindari beban berlebih pada motor listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subekti, Ridwan Arif, dkk. 2014. *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: LIPI Press.
- [2] Presiden Republik Indonesia. *Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019*. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- [3] Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. 2017. *Rencana Induk Riset Nasional Tahun 2017-2045*. Jakarta: Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.
- [4] Anwar, Saiful. 2021. *Rencan Induk Riset Tahun 2021-2025 Politeknik Negeri Jember*. Jember: Politeknik Negeri Jember.
- [5] EV growth around the world. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
- [6] Nikowitz, Michael. 2016. *Advanced Hybrid and Electric Vehicles-System Optimization and Vehicle Integration*. Switzerland: Springer International Publishing.
- [7] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi. 2015. *Analisis Perbandingan Baterai LithiumIon, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review*. J. Rekayasa Mesin, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [8] J M. Otong. 2019. *Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED*. Setrum Sist. Kendali-Tenagaelektronika telekomunikasikomputer. Vol. 8, no. 2, p. 260. doi: 10.36055/setrum.v8i2.6808.
- [9] T. P. Cahyono, T. Hardianto, and B. S. Kaloko. *Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan Metode Fuzzy dengan Beban Bervariasi*. J. Arus Elektro ..., 2020, [Online Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/EJAEI/article/view/19708>.
- [10] I. Susanti, R. Rumiasih, C. RS, A. Firmansyah. 2019. *Pengisian Pada Mobil Listrik*. Elektra, vol. 4, no. 2, pp. 29–37.
- [11] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar. 2018. *Perancangan Sepeda Listrik dengan Menggunakan Motor DC Seri*.
- [12] Firman, M., Hasbi, M., & Latif, H. 2016. *Rancang Bangun Sepeda Listrik dengan Tenaga Surya Sebagai Kendaraan Alternatif dan Ramah Lingkungan untuk Masyarakat*. AL ULUM JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI, 1(2).
- [13] Arman, A., Dullah, M. J., & Muhammad, A. K. (2020, November). *PERANCANGAN SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN MOTOR BLDC DENGAN PENGGERAK DEPAN UNTUK AREA PERUMAHAN*. In Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) (pp. 90-96)
- [14] Wiguna, dkk. (2021). *Rancang Bangun dan Pengujian Battery Pack Lithium Ion. Electrices. 03. (1), 28-33*
- [15] Silvana, Anastaya Fitri. 2019. *Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Baterai 110 VDC Di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang*. Palembang: Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Elektro. Universitas Sriwijaya.
- [16] Y. C. Wibowo dan R. Slamet. *Analisa Pembebanan pada Motor Brushless DC (BLDC)*. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO) 2018. Bandung Indonesia.

LAMPIRAN

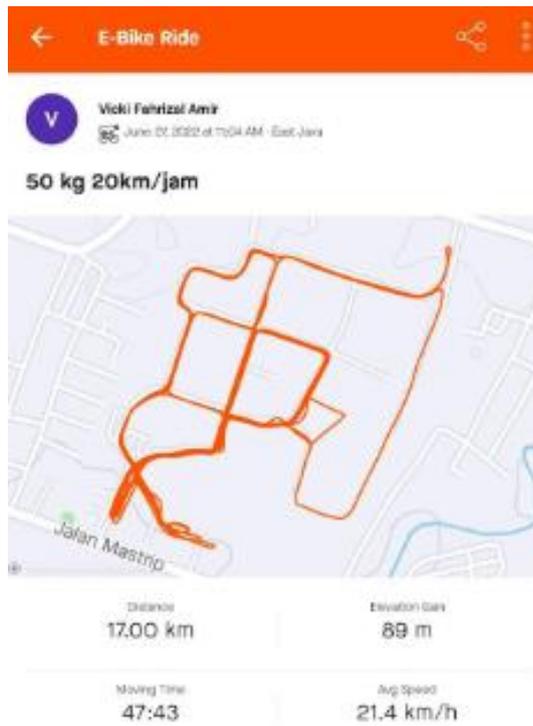
Lampiran 1. Persiapan Pengujian Jarak dan Waktu Tempuh Kendaraan



Lampiran 2. Pengujian Durasi Pengisian Baterai



Lampiran 3. Lintasan Pengujian



Lampiran 4. Bukti Submit Jurnal Quantum Teknika Sinta 4



HOME ABOUT USER HOME CATEGORIES SEARCH CURRENT ARCHIVES ANNOUNCEMENTS

QUICK MENU

- Journal History
- Editorial Team
- Peer-Reviewers
- Focus and Scope
- Editorial Policies
- R-W-C-R-R Policy
- Author Guidelines
- Publication Ethics
- Open Access Policy
- Peer Review Process
- Online Submission
- Author Fees
- Plagiarism Policy
- Copyright and License
- Copyright Transfer Agreement form

Home > User > Author > Submissions > #15595 > Review

#15595 Review

SUMMARY REVIEW EDITING

Submission

Authors	Alex Taufiqurrohman Zain, Dwi Djoko Suranto, Chayaning Nur Karimah, Aditya Wahyu Pratama
Title	Perancangan Dan Pengujian Durasi <i>Charging</i> Baterai dan Karakteristik Kendaraan Listrik Roda Dua Dengan Variasi Pembebanan
Section	Articles
Editor	None assigned

Peer Review

Round 1

Review Version	15595-56837-1-RV.DOC 2022-07-24
Initiated	—
Last modified	—
Uploaded file	None

Editor Decision

Decision	—
Notify Editor	Editor/Author Email Record 2022-08-04
Editor Version	None

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember – 68101 Telp. (0331) 333532-333534 Fax. (0331) 333531
e-mail : politeknik@polije.ac.id laman : www.polije.ac.id

**SURAT TUGAS
MELAKSANAKAN KEGIATAN PENELITIAN MANDIRI
TAHUN 2022**

Nomor : 764 / PL17.4/PG/2022

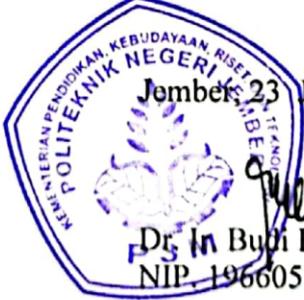
Sehubungan dengan pelaksanaan kegiatan Program Penelitian Mandiri Tahun 2022 oleh staf pengajar Politeknik Negeri Jember, maka Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jember menugaskan nama sebagaimana tersebut dibawah ini :

No.	Nama	NIDN/NIP	Jabatan
1.	Alex Taufiqurrohman Zain, S.Si, M.T	0017109301	Ketua
2.	Ir. Dwi Djoko Suranto, M.T	0023066107	Anggota
3.	Cahyaning Nur Karimah, S.Pd, M.T	0007109104	Anggota
4.	Aditya Wahyu Pratama, S.T, M.T	0014067811	Anggota

Melaksanakan Penelitian Mandiri Tahun 2022 dengan judul Penelitian :

“Perancangan dan Penguatan Kendaraan Listrik Roda Dua dengan Variasi Pembebanan ”

Lokasi Penelitian : Kabupaten Jember
Pelaksanaan Penelitian : Bulan Juni sampai dengan bulan September 2022


Jember, 23 Juni 2022
Dr. In Budi Hariono, M.Si
NIP. 19660519 199202 1 001

Tembusan :

1. Dosen Ybs
2. Arsip
3. Arsip