

TUGAS AKHIR
PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP
PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR*
***DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS**

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
MUHAMAD SHIDQI MAULANA
20021045

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

TUGAS AKHIR
PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP
PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR*
***DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS**

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
MUHAMAD SHIDQI MAULANA
20021045

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS

*THE EFFECT OF REGENERATIVE BRAKING ON CHARGING BATTERY OF THE
BUILD YOUR DREAMS (BYD) K9 ON THE UI – LEBAK BULUS*

Disusun oleh:

**MUHAMAD SHIDQI MAULANA
20021045**

Telah disetujui oleh:

Pembimbing



R. Arief Novianto, S.T., M.SC.
NIP. 19741129 200604 1 001

Tanggal, 14 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS

*THE EFFECT OF REGENERATIVE BRAKING ON CHARGING BATTERY OF THE
BUILD YOUR DREAMS (BYD) K9 ON THE UI – LEBAK BULUS*

Disusun oleh:

MUHAMAD SHIDQI MAULANA
20021045

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji:
Pada Tanggal: 28 Juni 2024

Ketua Sidang

Tanda tangan

Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.
NIP. 19830704 200912 1 004



Tanda tangan

Penguji 1

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 19800602 200912 1 001



Tanda tangan

Penguji 2

R. Arief Novianto, S.T., M.SC.
NIP. 19741129 200604 1 001



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.
NIP. 19830704 200912 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMAD SHIDQI MAULANA
Notar : 20021045
Program Studi : DIV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir dengan judul "PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur – unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 14 Juni 2024

Yang menyatakan,



Muhamad Shidqi Maulana

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul PENGARUH *REGENERATIVE BRAKING* TERHADAP PENGISIAN BATERAI BUS LISTRIK TIPE *BUILD YOUR DREAMS* (BYD) K9 PADA RUTE UI – LEBAK BULUS.

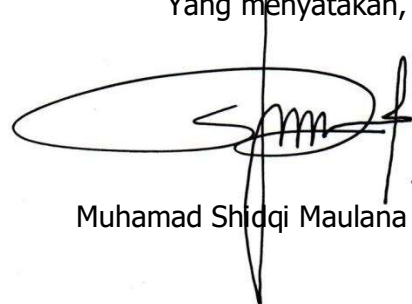
Dalam penulisan laporan ini tentu saja penulis banyak mendapat bantuan, ilmu dan pengetahuan dari banyak pihak. Oleh karenanya penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif;
3. Bapak R.Arief Novianto, S.T., M.SC. selaku Dosen Pembimbing;
4. Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan untuk penulis menyelesaikan tugas akhir;
5. Rekan-rekan taruna/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal yang sudah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis;
6. Pihak lain yang bersangkutan langsung maupun tidak langsung oleh penulis dalam mendukung terselesaikannya Tugas Akhir sehingga dapat diselesaikan oleh penulis secara tepat waktu.

Semoga, tugas akhir yang penulis buat dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca Tugas Akhir ini. Dengan berbagai keterbatasan, penulis sampaikan mohon maaf apabila dalam penulisan Tugas Akhir penulis belum bisa membuatnya dengan sempurna. Sekian, penulis ucapkan terimakasih.

Tegal, 14 Juni 2024

Yang menyatakan,



Muhamad Shidqi Maulana

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xiii
<i>ABSTRACT</i>.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	4
I.5 Manfaat penelitian	4
I.6 Sistematika penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Penelitian Relevan	6
II.2 Spesifikasi Bus Listrik BYD K9.....	8
II.2.1 Konsep Desain	9
II.2.2 Keamanan.....	13
II.2.3 Kenyamanan	14
II.2.4 Hub Roda Gandar Penggerak	14
II.2.5 Kontrol Elektrik Unit Terpadu.....	15
II.3 Komponen Utama <i>Six in One</i>	16

II.3.1	Pengontrol motor penggerak kiri dan Kanan (Terpisah).....	16
II.3.2	Pengontrol kompresor udara	17
II.3.3	Pengontrol motor kemudi (<i>Power Steering</i>).....	18
II.3.4	<i>DC/DC Converter (Charging</i> baterai 24 Volt).....	19
II.3.5	Kotak distribusi tegangan tinggi (<i>System AC</i>)	20
II.4	<i>System Regenerative Braking</i>	20
II.5	Baterai Bus Listrik (BYD <i>Fero-Phosphate</i>).....	23
II.6	Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Baterai Bus Listrik	24
II.6.1	Jarak	24
II.6.2	Kecepatan.....	25
II.6.3	Cara mengemudi	25
II.6.4	Berat bus	25
II.6.5	Kemiringan Jalan	26
II.6.6	Beban penumpang	26
II.7	Rute Bus Listrik	27
BAB III	METODE PENELITIAN	28
III.1	Tempat dan Waktu Penelitian	28
III.2	Alur Penelitian.....	30
III.2.1	Tinjauan Pustaka.....	31
III.2.2	Rumusan Masalah	31
III.2.3	Pengambilan Data	31
III.2.4	Input Data Ke <i>Microsoft Excel</i>	31
III.2.5	Kelengkapan Data	31
III.2.6	Analisis Data	31
III.2.7	Kesimpulan dan Saran	32
III.3	Jenis Penelitian	32
III.4	Variabel Penelitian.....	32

III.5 Metode Pengumpulan Data.....	33
III.6 Alat Dan Bahan Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
IV.1 Penggunaan Daya Disaat Berkendara.....	37
IV.2 Penggunaan Daya Disaat Berhenti.....	44
IV.3 Hasil <i>Regenerative Braking</i>	47
IV.4 Total Penggunaan Daya.....	50
IV.5 Efisiensi <i>Regenerative Braking</i>	53
IV.6 Analisa Data <i>Regenerative Braking</i>	54
BAB V PENUTUP.....	67
V.1 Kesimpulan.....	67
V.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Kendaraan tampak depan</i>	9
Gambar II. 2 <i>Kendaraan tampak samping</i>	10
Gambar II. 3 <i>Kendaraan tampak belakang</i>	11
Gambar II. 4 <i>Bagasi belakang</i>	12
Gambar II. 5 <i>Dashboard</i>	12
Gambar II. 6 <i>Hub Roda Gandar Penggerak</i>	14
Gambar II. 7 <i>Six in One</i>	15
Gambar II. 8 <i>Motor dan Generator</i>	21
Gambar II. 9 <i>regeneratif selama pengereman</i>	22
Gambar II. 10 <i>Siklus regenerative</i>	23
Gambar II. 11 <i>Rute Universitas Indonesia – Lebakbulus</i>	27
Gambar III. 1 <i>Halte Universitas Indonesia</i>	28
Gambar III. 2 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	30
Gambar III. 3 <i>Nilai Positif KWh</i>	34
Gambar III. 4 <i>Nilai Negatif KWh</i>	34
Gambar III. 5 <i>Go Pro Hero 8</i>	35
Gambar III. 6 <i>Stopwatch</i>	35
Gambar IV. 1 <i>Grafik Kecepatan halte Kebagusan Raya – Kementan</i>	55
Gambar IV. 2 <i>Grafik Penggunaan Daya halte Kebagusan Raya – Kementan</i> ...	57
Gambar IV. 3 <i>Penggunaan Daya halte Kebagusan Raya – Halte Kementan</i>	58
Gambar IV. 4 <i>Grafik Hasil Regenerative halte Kebagusan – Kementan</i>	60
Gambar IV. 5 <i>Grafik Penggunaan Daya Data 1</i>	61
Gambar IV. 6 <i>Grafik Penggunaan Daya Data 2</i>	62
Gambar IV. 7 <i>Grafik Penggunaan Daya Data 3</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Relevan.....	6
Tabel II. 2 Penjelasan gambar tampak depan.....	10
Tabel II. 3 Penjelasan gambar tampak samping	10
Tabel II. 4 Penjelasan gambar tampak belakang	11
Tabel II. 5 Penjelasan gambar tampak depan.....	12
Tabel II. 6 Penjelasan gambar <i>Dashboard</i>	13
Tabel III. 1 Jadwal Kegiatan Pembuatan Skripsi	29
Tabel III. 2 Penggunaan daya <i>Six in One</i>	36
Tabel III. 3 Penggunaan daya UI – Lebak bulus.....	36
Tabel IV. 1 Penggunaan Daya disaat Berkendara.....	38
Tabel IV. 2 Penggunaan Daya disaat Diam di Halte atau Simpangan.....	45
Tabel IV. 3 Total Penggunaan Daya data 1.....	50
Tabel IV. 4 Total Penggunaan Daya data 2.....	51
Tabel IV. 5 Total Penggunaan Daya data 3.....	52
Tabel IV. 6 Hasil daya <i>regenerative braking</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi pengambilan Data	72
Lampiran 2	Dokumentasi Dashboard sebelum dan sesudah pengambilan Data	73
Lampiran 3	Grafik Penggunaan daya Rute UI – Stasiun MRT Lebak Bulus	76
Lampiran 4	Grafik Penggunaan Daya Halte UI – Universitas Pancasila	79
Lampiran 5	Grafik Penggunaan Daya Halte Pancasila – St.Pancasila	80
Lampiran 6	Grafik Penggunaan Daya Halte St.Pancasila – SMAN 38	81
Lampiran 7	Grafik Penggunaan Daya Halte SMAN 38 – Jagakarsa	82
Lampiran 8	Grafik Penggunaan Daya Halte Jagakarsa – St.Lenteng Agung 2..	83
Lampiran 9	Grafik Penggunaan Daya Halte St.Lenteng Agung 2 – MI	84
Lampiran 10	Grafik Penggunaan Daya Halte MI Al Islamiyah – Masjid Qubra .	85
Lampiran 11	Grafik Penggunaan Daya Halte Masjid AlQubra – Kampus IISIP .	86
Lampiran 12	Grafik Penggunaan Daya Halte Kampus IISIP - IISIP (Hukum) ..	87
Lampiran 13	Grafik Penggunaan Daya Halte Kampus IISIP (Hukum) – Joe	88
Lampiran 14	Grafik Penggunaan Daya Halte Joe – Masjid Ar Rahmah	89
Lampiran 15	Grafik Penggunaan Daya Halte Masjid – Lenteng Agung Barat...	90
Lampiran 16	Grafik Penggunaan Daya Halte Lenteng Agung – St. Tj. Barat 2	91
Lampiran 17	Grafik Penggunaan Daya Halte St. Tj. Barat 2 – Baung	92
Lampiran 18	Grafik Penggunaan Daya Halte Baung – PHE Tower Kebagusan.	93
Lampiran 19	Grafik Penggunaan Daya Halte PHE Tower – PHE Office Park	94
Lampiran 20	Grafik Penggunaan Daya Halte PHE Office Park – Plaza Oleos ...	95
Lampiran 21	Grafik Penggunaan Daya Halte Plaza Oleos – Kebagusan Raya ..	96
Lampiran 22	Grafik Penggunaan Daya Halte Kebagusan Raya – Kementan	97
Lampiran 23	Grafik Penggunaan Daya Halte Kementan – Simpang Simatu	98
Lampiran 24	Grafik Penggunaan Daya Simpang Simatupang – RSUD Pasar ...	99
Lampiran 25	Grafik Penggunaan Daya Halte RSUD Pasar Minggu – Ampera..	100
Lampiran 26	Grafik Penggunaan Daya Halte Ampera 2 – Halte Jaha	101
Lampiran 27	Grafik Penggunaan Daya Halte Jaha – Halte KPP Cilandak.....	102
Lampiran 28	Grafik Penggunaan Daya Halte KPP Cilandak – Halte JGC.....	103
Lampiran 29	Grafik Penggunaan Daya Halte JGC – Fatmawati 1	104
Lampiran 30	Grafik Penggunaan Daya Halte Fatmawati – St.MRT Fatmawati	105
Lampiran 31	Grafik Penggunaan Daya Halte St.MRT Fatmawat – Gg.Ampera	106
Lampiran 32	Grafik Penggunaan Daya Halte Gg.Ampera BMW – Kaimun	107

Lampiran 33	Grafik Penggunaan Daya Halte Kaimun Jaya – RS. Siloam.....	108
Lampiran 34	Grafik Penggunaan Daya Halte RS.Siloam – Point Square.....	109
Lampiran 35	Grafik Penggunaan Daya Halte Point – St. MRT Lebak Bulus.....	110

INTISARI

Kendaraan listrik adalah jenis kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai sumber utama tenaga untuk menggerakkan kendaraan, kendaraan listrik menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai, energi listrik dari baterai diubah menjadi energi mekanis oleh motor listrik yang menghasilkan pergerakan kendaraan. Untuk memaksimalkan penggunaan energi listrik pada baterai dapat dilakukan dengan memanfaatkan pengereman *regenerative*. Pada saat kendaraan listrik bergerak dan mengerem, putaran roda akan ditahan oleh sistem pengereman mekanis sehingga terjadi konversi energi mekanik menjadi panas. Pengereman *regenerative* merupakan mekanisme ketika terjadi pengereman, energi mekanik tersebut diubah kembali menjadi energi listrik dan disalurkan ke baterai. Sehingga dapat mengembalikan energi yang terbuang dan digunakan untuk menambah jarak tempuh kendaraan.

Bus Listrik *Build Your Dreams* tipe K9 beroperasi pada rute D21 yaitu Halte Universitas Indonesia – Halte Stasiun MRT Lebak Bulus, Pada perjalanan dari Halte Universitas Indonesia – Halte Stasiun MRT Lebak Bulus jika tanpa menggunakan *system regenerative braking* rata-rata daya yang digunakan sebesar 5,53% dan rata-rata daya yang dihasilkan oleh *system regenerative braking* sebesar 2,37% sehingga total rata-rata daya yang digunakan pada perjalanan Halte Universitas Indonesia – Halte Stasiun MRT Lebak Bulus sebesar 3,16%, *system regenerative braking* mempunyai efisiensi penambahan daya sebesar 42,9% dari penggunaan daya baterai Bus Listrik BYD K9. Pada Bus Listrik BYD K9 *system regenerative braking* menghasilkan daya yang besar dalam kondisi kendaraan bergerak dengan kecepatan tinggi, energi kinetik yang dimiliki kendaraan lebih besar. Pada saat melakukan pengereman, energi ini dapat diubah menjadi daya listrik dalam jumlah yang lebih besar dan kondisi lain yang memengaruhi daya yang dihasilkan oleh *system regenerative braking* yaitu pada jalan yang menurun panjang, kendaraan cenderung menggunakan pengereman untuk mengontrol kecepatan.

Kata Kunci : *System Regenerative Braking*, Rute D21, Bus Listrik *Build Your Dreams* tipe K9, Baterai

ABSTRACT

Electric vehicles are a type of vehicle that uses an electric motor as the main source of power to drive the vehicle. Electric vehicles use electrical energy stored in batteries, electrical energy from batteries is converted into mechanical energy by electric motors that produce vehicle movement. To maximize the use of electrical energy in the battery can be done by utilizing regenerative braking. When the electric vehicle moves and brakes, the wheel rotation will be held by a mechanical braking system so that mechanical energy conversion into heat occurs. Regenerative braking is a mechanism when braking occurs, the mechanical energy is converted back into electrical energy and channeled to the battery. So that it can restore wasted energy and be used to increase vehicle mileage.

Build Your Dreams Electric Bus type K9 operates on the D21 route, namely the University of Indonesia Bus Stop - Lebak Bulus MRT Station Stop, on the trip from the University of Indonesia Bus Stop - Lebak Bulus MRT Station Stop if without using the regenerative braking system the average power used is 5.53% and the average power generated by the regenerative braking system is 2.37% so that the total average power used on the trip from the University of Indonesia Bus Stop - Lebak Bulus MRT Station Stop is 3.16%, the regenerative braking system has an additional power efficiency of 42.9% of the use of BYD K9 Electric Bus battery power. On the BYD K9 Electric Bus, the regenerative braking system produces a large amount of power in conditions where the vehicle is moving at high speed, the kinetic energy possessed by the vehicle is greater. When braking, this energy can be converted into a larger amount of electrical power and other conditions that affect the power generated by the regenerative braking system, namely on long downhill roads, vehicles tend to use braking to control speed.

Keyword : *Regenerative Braking System, Route D21, Build Your Dreams Electric Bus type K9, Battery.*