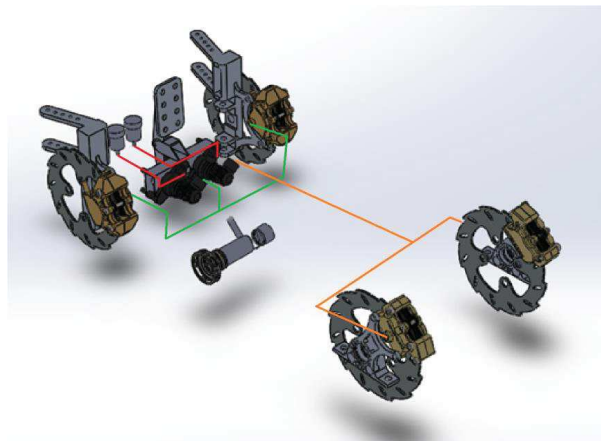




**SISTEM REM PADA MOBIL
GARUDA URBAN GASOLINE GUNA KOMPETISI SHELL ECO
MARATHON ASIA SINGAPURA
2018**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Muhammad Zadin Ariyanto

16509134016

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

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

Proyek Akhir dengan judul
**SISTEM REM PADA MOBIL GARUDA URBAN GASOLINE
GUNA KOMPETISI SHELL ECO
MARATHON ASIA SINGAPURA 2018**

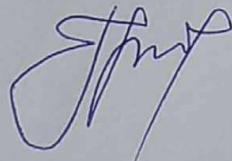
Disusun oleh :

Muhammad Zadin Ariyanto
NIM. 16509134016

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Proyek akhir bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 30 Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Drs. Moch. Solikin, M.Kes
NIP. 19680404 199303 1 003

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Zainal Arifin M.T.
NIP: 19690312 200112 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Zadin Ariyanto

NIM : 16509134016

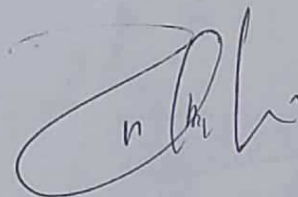
Program Studi : Teknik Otomotif D3

Judul Proyek Akhir : Sistem Rem Pada Mobil Garuda Urban Gasoline
Guna Kompetisi Shell Eco Marathon Asia
Singapura 2018

Dengan ini saya menyatakan bahwa Proyek Akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 30 Juli 2019

Yang menyatakan,



Muhammad Zadin Ariyanto

NIM. 16509134016


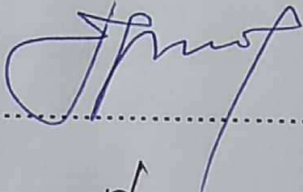

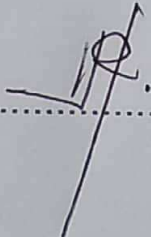

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir
**SISTEM REM PADA MOBIL GARUDA URBAN GASOLINE
GUNA KOMPETISI SHELL ECO
MARATHON ASIA SINGAPURA 2018**

Disusun oleh :
Muhammad Zadin Ariyanto
NIM. 16509134016

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal

TIM PENGUJI

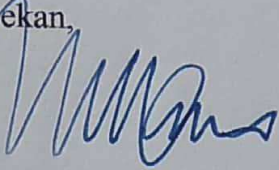
Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Ir. Zainal Arifin M.T.		11-09-2019
Ketua Penguji/Pembimbing		10-09-2019
Drs. Moch. Solikin, M.Kes.		10-09-2019
Sekretaris		11-09-2019
Drs. Kir Haryana, M.Pd.		11-09-2019
Penguji		

Yogyakarta, 12 September 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,




Dr. Ir. Drs. Widarto, M.Pd.,
NIP. 19631230 198812 1 001

MOTTO

“Engkau tak dapat meraih ilmu kecuali dengan enam hal yaitu cerdas, selalu ingin tahu, tabah, punya bekal dalam menuntut ilmu, bimbingan dari guru, dan dalam waktu yang lama.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Saya tidak mau pengalaman dan pengetahuan yang saya miliki, terkubur bersama tubuh saya ketika mati kelak.”

(Bob Sadino)

MAN JADDA WA JADDA

“Barangsiapa yang bersungguh-sungguh maka akan berhasil”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah Tuhan Semesta Alam. Karya ini spesial saya persembahkan untuk:

Kedua Orang Tua saya Ibu Wahyuni dan Bapak Suparno

Saudara-saudari saya:

Umi Maisyaroh, Herlin Umayah, Ahmad Ulinnuha
dan seluruh saudara-saudari saya.

Semua Guru dan Dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Semoga ilmu yang telah diberikan, dapat bermanfaat dan diamankan dengan baik.
Terimalah salam hormat dariku.

Keluarga Besar Garuda UNY *Racing Team*, yang telah memberikan saya kesempatan untuk berproses dan mengembangkan potensi bersama orang-orang hebat. “*Ambition is a Dream with Garuda UNY Racing Team*”.
Let's Fly High Garuda.

Teman-teman Pemuda Ngudi Rukun Dusun Jogonandan Triwidadi Pajangan Bantul yang senantiasa memberikan penyegaran bagi saya di sela-sela pembuatan proyek akhir ini.

Teman-teman Angkatan 2016 Otomotif Kelas B. Terimakasih untuk motivasi dan kebersamaan kalian selama saya menempuh kuliah.

Serta,

Almamater tempat saya mengembangkan diri dan menimba ilmu
Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Tanpa kalian semua, saya bukan apa-apa

**SISTEM REM PADA MOBIL
GARUDA URBAN GASOLINE GUNA KOMPETISI SHELL ECO
MARATHON ASIA SINGAPURA
2018**

Oleh

Muhammad Zadin Ariyanto
16509134016

ABSTRAK

Tujuan penyusunan proyek akhir Sistem Rem Pada Mobil Garuda *Urban Gasoline* Guna Kompetisi *Shell Eco Marathon* Asia Singapura 2018, yakni mampu melakukan perancangan dan pembuatan sistem pengereman sesuai dengan kebutuhan dan regulasi kompetisi *Shell Eco Marathon* Asia 2018.

Pembuatan sistem rem ini terdiri dari proses perancangan, pembuatan dan pengujian sistem rem pada Mobil Garuda *Urban Gasoline* 18. Pembuatan sistem rem ini meliputi pemasangan, master silinder, kaliper, *return spring*, sistem hidrolik, dan *hand rem*. Pengujian sistem rem digunakan untuk menganalisis adanya kesenjangan dalam proses pembuatan baik dari desain sampai ke hasil akhir yakni pengujian. Setelah dipastikan semua sudah sesuai dan sistem rem dapat bekerja dengan baik maka terakhir dilakukan pengujian yang mengacu pada hasil dari pembuatan sistem rem yang berupa pengujian statis dan pengujian dinamis.

Hasil pengujian dari sistem rem yaitu sistem sudah sesuai dengan kebutuhan dan regulasi kompetisi *Shell Eco Marathon* Asia 2018 hal ini didasarkan pada hasil pengujian pada bidang miring dan pengujian *hand rem*. Untuk pengujian celah kampas rem didapatkan hasil perbedaan celah kampas rem yang menggunakan *return spring* dan tidak menggunakan *return spring* sebesar 5-6 mm. Dari hasil kalkulasi rancangan sistem rem besarnya gaya pengereman yang dibutuhkan sebesar 1120 N dengan torsi pengereman roda depan sebesar 195,91 Nm dan torsi pengereman roda belakang sebesar 97,63 Nm. Untuk pengujian jarak pengereman didapatkan 18 m dari 20 m *braking area* dan untuk daya gelinding terbaik didapatkan sebesar 310 m.

Kata kunci : Modifikasi Sistem Rem Garuda *Urban Gasoline*, Sistem Rem, *Shell Eco Marathon* Asia

**BRAKE SYSTEM IN CARS
GARUDA URBAN GASOLINE FOR COMPETITION SHELL ECO
MARATHON ASIA SINGAPORE
2018**

By
Muhammad Zadin Ariyanto
16509134016

ABSTRACT

The purpose of the final project Brake System In Cars Garuda Urban Gasoline For Competition Shell Eco-Marathon Asia Singapore 2018, which is capable of designing and manufacturing of braking systems following the requirements and regulations of the competition Shell Eco-Marathon Asia 2018.

Manufakture the brake system consists of the processes of design, manufacture, and testing of the brake system on Garuda Urban Gasoline 18 Cars. Manufaktur this brake system includes the installation, master cylinders, calipers, return spring, hydraulic systems, and hand brakes. Testing the brake system is used to analyze the gaps in both the manufacturing process from design through to the end of the testing results. Having ensured all was appropriate and the brake system can work with both recently performed testing refers to the result of the manufacture of the brake system in the form of static testing and dynamic testing.

The results of the testing brake system are the system complies with regulatory requirements and competition Shell Eco-Marathon Asia 2018 it was based on the test results on an incline and hand brake testing. For testing brake gap showed differences slit brake that uses return spring and did not use the return spring of 5-6 mm. From the results of the design calculations, the brake system required the magnitude of the braking force of 1120 N with the front wheel braking torque of 195.91 Nm and rear-wheel braking torque of 97.63 Nm. To test the braking distance obtained 18 m from 20 m braking area and to the best of rolling power obtained at 310 m.

Keywords: Modification Urban Gasoline Garuda Brake Systems, Brake Systems, Shell Eco-Marathon Asia

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, berkat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya dengan judul “ Pembuatan Sistem Rem Pada Mobil Garuda Urban Gasoline Guna Kompetisi Shell Eco Marathon Asia Singapura 2018 “, dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif yang telah banyak memberikan semangat, arahan dan bimbingan selama penyusunan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Drs. Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Widarto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan Proyek Akhir ini.
4. Bapak Sutiman, S.Pd., M.T. selaku dosen Advisor yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.

5. Tafakur, S.Pd., M.Pd selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan semangat.
6. Dosen dan Staf Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyelesaian Proyek Akhir ini.
7. Kedua orang tua dan segenap keluarga besar yang telah memberikan dorongan semangat baik moril maupun materil.
8. Rekan Garuda UNY Team yang telah memberikan tempat dan ilmu untuk mengembangkan diri.
9. Rekan kelas B Teknik Otomotif D3 2016 yang banyak membantu dalam berbagai hal.
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan pembuatan proyek akhir serta penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja. Besar harapan, semoga laporan ini dapat berguna bagi pembaca dan semua pihak.

Yogyakarta, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan	8
F. Manfaat	8
G. Keaslian Gagasan	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Rem	10
B. Jarak Kendaraan Berhenti	12
C. Suhu Pengereman	13
D. Rasio Pengereman	14
E. Sistem Rem Mobil Balap	15
1. Peforma Mobil Balap	15
2. Garis Besar Pengereman Mobil Balap	18
F. Sistem Rem	22
1. Kaliper Rem	24
a. <i>Caliper Body</i>	25

b. Piston.....	26
c. Pipa Pembagi.....	26
d. <i>Seals</i>	26
e. <i>Bleed Screws</i>	26
2. Master Silinder	26
a. Bodi Master Silinder	27
b. <i>Floater</i>	27
c. <i>Push-Rod</i>	27
d. <i>Spring</i>	28
G. Prinsip Dasar Rem Tromol	32
H. Rem Piringan.....	34
1. <i>Floater Caliper</i>	34
2. <i>Fixed Caliper</i>	35
I. Instalasi Rem Piringan	38
J. Perbandingan Rem Piringan dan Rem Tromol	39
K. <i>Parking Brake</i>	41
L. Ban	43
M. Bleeding Sistem Rem	44
1. <i>Manual Bleeding</i>	44
2. <i>Pressure Bleeding</i>	45
3. <i>Vacuum</i>	47
4. <i>Forced</i>	48
N. Efisiensi Pengereman	49
O. Pengujian Sistem Rem	50
P. Pertimbangan Dasar Desain Sistem Rem.....	53

BAB III KONSEP PERANCANGAN

A. Analisis Kebutuhan	59
B. Perancangan	60
1. Pembuatan <i>Pedal Box</i>	65
2. Pembuatan Sistem Rem Depan	66
a. Dudukan Kaliper Roda Depan	66
b. Modifikasi Kaliper	67
c. Pembuatan <i>Spacer Disk Brake</i>	67
3. Pembuatan Sistem Rem Belakang.....	68
a. Dudukan Kaliper Roda Belakang.....	68
b. Modifikasi Kaliper	68
c. Pembuatan <i>Spacer Disk Brake</i>	69
4. Pembuatan <i>Hand Rem</i>	69
5. Komersial <i>Part</i>	70
a. Master Silinder	70
b. Kaliper Rem	71
c. <i>Disk Brake</i>	72
d. T Pembagi	72
e. Selang Rem	73
f. <i>Reservoir Tank</i>	73
6. <i>Assembly</i>	74
C. Kebutuhan Alat dan Bahan.....	74
D. Jadwal Kegiatan	75

E. Pembiayaan	76
F. Perancangan Pengujian	78
1. Pengujian Statis	78
2. Pengujian Dinamis	78

BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pembuatan Sistem Rem	80
1. Pembuatan <i>Pedal Box</i>	80
a. Pembuatan Dudukan Master Silinder	80
b. Pembuatan Dudukan Pedal Rem	81
c. Pembuatan Pedal Rem	81
d. Pembuatan <i>Spacer Pedal Rem</i>	82
e. Assembly Pedal Rem	83
2. Pembuatan Sistem Rem Depan	84
a. Pembuatan dan Pemasangan Dudukan Kaliper	84
b. Memodifikasi Kaliper dan Pembuatan <i>Return Spring</i>	85
c. Pembuatan <i>Spacer Disk Brake</i>	87
d. <i>Assembly</i> Sistem Rem	88
1) Pemasangan Dudukan Kaliper	88
2) Pemasangan Roda Depan	88
3) Pemasangan Master Silinder	89
4) Pemasangan Kaliper Rem	90
5) Pemasangan Sistem Hidrolik	91
3. Pembuatan Sistem Rem Belakang	93
a. Pembuatan Dudukan Kaliper Roda Belakang	92
b. Memodifikasi Kaliper dan Pembuatan <i>Return Spring</i>	94
c. Pembuatan <i>Spacer Disk Brake</i>	96
d. <i>Assembly</i> Sistem Rem Belakang	97
1) Pemasangan Roda Belakang	97
2) Pemasangan Master Silinder	98
3) Pemasangan Kaliper Rem	99
4) Pemasangan Sistem Hidrolik	99
4. Pembuatan dan Pemasangan <i>Hand Rem</i>	101
a. Pembuatan <i>Hand Rem</i>	101
b. Pemasangan <i>Hand Rem</i>	102
5. Penyetelan Sistem Rem	103
a. <i>Mem-bleeding</i> Sistem Rem	103
b. <i>Balancing</i> Cakram	104
B. Proses Pengujian	107
1. Pengujian Rancangan Sistem Rem	107
2. Pengujian Sistem Rem	107
C. Hasil Pengujian	109
1. Pengujian Statis Sistem Rem	109
a. Hasil Pengujian Pada Bidang Miring	109
b. Hasil Pengukuran Jarak Bebas Kampas Rem	110
c. Hasil Pengujian <i>Hand Rem</i>	112
2. Hasil Pengujian Dinamis Sistem Rem	113
a. Pengujian Jarak Pengereman	115
b. Pengujian Daya Gelinding	114
D. Pembahasan	115

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....121
B. Keterbatasan122
C. Saran122

DAFTAR PUSTAKA123

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rem Tromol.....	10
Gambar 2. Rem Piringan	11
Gambar 3. Total Jarak Kendaraan Berhenti Rata-Rata Kendaraan.....	13
Gambar 4. Telemetri Mobil Balap	15
Gambar 5. Typical Berhenti - Catatan Waktu	17
Gambar 6. Tekanan dan Akselerasi Lawan Jarak.....	17
Gambar 7. Torsi Rem dan Gaya pada Satu Rem Cakram	17
Gambar 8. Mobil Balap	18
Gambar 9. Keseimbangan Distribusi Pengereman Ideal Mobil F1	21
Gambar 10. Konfigurasi Sistem Rem.....	22
Gambar 11. Monoblock dan dua potong kaliper	25
Gambar 12. Komponen Dasar Master Silinder	26
Gambar 13. Desain Master Silinder Tumpuan Depan.....	28
Gambar 14. Cara Kerja Sil Utama.....	29
Gambar 15. Rem Tromol.....	32
Gambar 16. <i>Floating Caliper</i>	35
Gambar 17. <i>Fixed Caliper</i>	36
Gambar 18. Rem Cakram.....	37
Gambar 19. Faktor Rem Sebagai Fungsi dari Koefisien Gesek Lapisan	40
Gambar 20. <i>Automotive Parking/Emergency Brake</i>	42
Gambar 21. <i>Equalizer Linkage</i>	42
Gambar 22. <i>Transmission Mounted Emergency/Parking</i>	42
Gambar 23. Gesekan Ban	44
Gambar 24. <i>Manual Bleeding</i>	45

Gambar 25. <i>Pressure Bleeding</i> Sistem Rem	47
Gambar 26. <i>Vacuum Bleeding</i> Sistem Rem	48
Gambar 27. <i>Forced Bleeding</i> Sistem Rem.....	49
Gambar 28. Efisiensi Pengereman	50
Gambar 29. Tes Rem Statis.....	51
Gambar 30. Desain Konfigurasi Sistem Rem	64
Gambar 31. Desain <i>Pedal Box</i>	66
Gambar 32. Desain Dudukan Kaliper Roda Depan	66
Gambar 33. Desain <i>Spacer</i> Cakram	67
Gambar 34. Desain Dudukan Kaliper Roda Belakang.....	68
Gambar 35. Desain <i>Spacer</i> Cakram	69
Gambar 36. Desain <i>Hand Rem</i>	70
Gambar 37. Master Silinder	70
Gambar 38. Kaliper Brembo REAR CNC P2 34	71
Gambar 39. Kaliper Brembo REAR CNC P4 24	71
Gambar 40. <i>Disk Brake</i>	72
Gambar 41. T Pembagi.....	72
Gambar 42. Selang Rem	73
Gambar 43. <i>Reservoir Tank</i>	74
Gambar 44. Pengujian Sistem Rem.....	79
Gambar 45. Pengeboran Pedal Rem.....	82
Gambar 46. Pengelasan Pedal Rem.....	82
Gambar 47. Pembuatan <i>Spacer</i> Pedal Rem.....	83
Gambar 48. Pemasangan Pedal Rem.....	84
Gambar 49. Pemasangan <i>Spacer</i> Pedal Rem	84
Gambar 50. Pengelasan Dudukan Kaliper dengan <i>Upright</i>	85
Gambar 51. Pengikisan Kampas Rem.....	86

Gambar 52. <i>Return Spring</i>	86
Gambar 53. Pembuatan <i>Spacer</i> Cakram	87
Gambar 54. Pemasangan <i>Upright</i> dan Dudukan Kaliper	88
Gambar 55. Perakitan Roda	89
Gambar 56. Pemasangan Master Silinder	90
Gambar 57. Pemasangan Kaliper Rem	91
Gambar 58. Pemasangan <i>Return Spring</i>	91
Gambar 59. Pemasangan <i>Reservoir Tank</i>	92
Gambar 60. Pemasangan T Rem	92
Gambar 61. Pemasangan Selang Rem.....	93
Gambar 62. Proses CNC Dudukan Kaliper.....	94
Gambar 63. Pengikisan Kampas Rem.....	95
Gambar 64. <i>Return Spring</i>	95
Gambar 65. Pembuatan <i>Spacer</i> Cakram	96
Gambar 66. Pemasangan Dudukan Kaliper	98
Gambar 67. Pemasangan Master Silinder	98
Gambar 68. Pemasangan Kaliper	99
Gambar 69. Pemasangan <i>Reservoir Tank</i>	100
Gambar 70. Pemasangan Selang Rem.....	100
Gambar 71. Pemasangan T Pembagi.....	101
Gambar 72. Pengelasan Dudukan <i>Hand Rem</i>	102
Gambar 73. Pemasangan <i>Hand Rem</i>	103
Gambar 74. <i>Balancing</i> Cakram.....	105
Gambar 75. Pengujian Sistem Rem.....	108
Gambar 76. Pengukuran Celah Kampas Rem Roda Depan Kiri.....	110
Gambar 77. Pengukuran Celah Kampas Rem Roda Depan Kanan.....	111
Gambar 78. Pengukuran Celah Kampas Rem Roda Belakang Kiri.....	111

Gambar 79. Pengukuran Celah Kampas Rem Roda Belakang Kanan.....	112
Gambar 80. Diagram Arah Gaya.....	116
Gambar 80. Bukti Lolos TI Sistem Rem.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Pencapaian <i>Shell Eco Marathon</i> Asia Tahun 2015-2019	4
Tabel 2. Perbandingan Ukuran Velg, Rotor dan Tromol	39
Tabel 3. Jadwal Kegiatan	76
Tabel 4. Pembiayaan Bahan Dalam Pembuatan Proyek Akhir	77
Tabel 5. Check List Pengerjaan Sistem Rem	106
Tabel 6. Pengukuran Roda Depan Kiri	110
Tabel 7. Pengukuran Roda Depan Kanan	110
Tabel 8. Pengukuran Roda Belakang Kiri.....	111
Tabel 9. Pengukuran Roda Belakang Kanan.....	112
Tabel 10. Data Uji Coba 1	113
Tabel 11. Data Uji Coba 2.....	114
Tabel 12. Data Pengujian Daya Gelinding.....	114
Tabel 13. Perbedaan Sistem Rem Pada Mobil UG 17 dan Mobil UG 18	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bukti lolos TI.....	125
Lampiran 2. Spesifikasi Kaliper Rem Roda Depan	126
Lampiran 3. Spesifikasi Kaliper Rem Roda Belakang.....	127
Lampiran 4. Kartu Bimbingan Tugas Akhir	128
Lampiran 5. Bukti Selesai Revisi Tugas Akhir.....	129