



**PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN
ENGINE STAND TOYOTA COROLLA 4A-FE**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

ANANG MA'RUF SETYA BUDI

NIM. 16509134039

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2019

PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN ENGINE STAND TOYOTA COROLLA 4A-FE

**Oleh :
ANANG MA'RUF SETYA BUDI
NIM. 16509134039**

ABSTRAK

Sistem pengapian kendaraan merupakan sistem yang berfungsi untuk menghasilkan percikan bunga api yang kuat dan tepat pada busi untuk memulai proses pembakaran. Oleh karena itu, proyek akhir ini bertujuan mengidentifikasi kerusakan, melakukan perbaikan, dan menguji kinerja sistem pengapian pada *engine stand* Toyota Corolla 4A-FE

Proyek akhir ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu, perancangan, proses perbaikan dan pengujian kinerja sistem pengapian. Proses perancangan yang dilakukan adalah merancang proses perbaikan yang akan dilakukan, merancang kebutuhan alat dan bahan yang akan dibutuhkan, merancang jadwal pelaksanaan proses perbaikan dan pengujian, dan merancang anggaran biaya yang diperlukan. Proses perbaikan dimulai dengan mengidentifikasi kerusakan *engine stand* Toyota Corolla 4A-FE dilakukan dengan cara memeriksa kondisi komponen, memeriksa kinerja komponen, dan melakukan pengukuran. Proses selanjutnya yaitu melakukan perbaikan dan penggantian komponen-komponen sistem pengapian pada *engine stand* Toyota Corolla 4A-FE.

Mesin Toyota Corolla 4A-FE yang awalnya berada dalam kondisi mati dan tidak dapat berfungsi dengan baik setelah dilakukan proses perbaikan dapat berfungsi kembali. Pengujian kinerja yang dilakukan meliputi pengujian percikan bunga api, pengujian timing pengapian, pengujian gelombang listrik pada NE dan G, pengujian gelombang listrik pada igniter. Hasil dari pengujian menunjukkan, setelah dilakukan perbaikan mendapatkan hasil adanya percikan bunga api pada busi, timing pengapian 10° sebelum TMA pada posisi *idle*, gelombang listrik G dan NE signal sudah sesuai dengan spesifikasi, gelombang listrik pada IGT dan IGF sudah sesuai dengan spesifikasi.

Kata kunci: Perbaikan sistem pengapian, *Engine stand*, Toyota corolla 4A-FE

**REPAIRS TO THE TOYOTA COROLLA 4A-FE
ENGINE STAND IGNITION SYSTEM**

**By:
ANANG MA'RUF SETYA BUDI
NIM. 16509134039**

ABSTRACT

The ignition system is a system that has a function to produce strong and precise sparks on the spark plug to start the combustion process. Therefore, this final project aims to identify the damage, make repairs, and test the performance of the ignition system at the Toyota Corolla 4A-FE engine stand.

This final project is conducted through several stages, which are designing, repairing and testing the performance of the ignition system. The design process that is carried out is designing the repair process that will be carried out, designing the needs of the tools and materials that will be needed, designing the implementation schedule of the repair and testing process, and designing the required budget. The repair process begins by identifying the damage to the Toyota Corolla 4A-FE engine stand by checking the condition of the components, checking the performance of the components, and taking measurements. The next process is to repair and replace ignition system components on the Toyota Corolla 4A-FE engine stand.

The Toyota Corolla 4A-FE engine, which is initially turned off and cannot function properly after the repair process, is able to function again. Performance tests include sparks testing, ignition timing testing, electrical wave testing on NE and G, electrical wave testing on the igniter. The results of the test show that after repairs, it is obtained that there are sparks on the spark plug, ignition timing is 10° before TDC at idle position, the G wave and NE signal are in line with the specifications, and the electric waves in the IGT and IGF are in line with the specifications.

Keywords: Ignition system repair, Engine stand, Toyota corolla 4A-FE

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anang Ma'ruf Setya Budi
NIM : 16509134039
Program Studi : Teknik Otomotif
Judul Proyek Akhir : Perbaikan Sistem Pengapian *Engine Stand* Toyota
Corolla 4A-FE

Menyatakan bahwa dalam proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 23 Juli 2019

Yang menyatakan,



Anang Ma'ruf Setya Budi
NIM. 16509134039

LEMBAR PERSETUJUAN

Proyek Akhir dengan judul

PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN *ENGINE STAND* TOYOTA COROLLA 4A-FE

Disusun oleh:

Anang Ma'ruf Setya Budi
NIM. 16509134039

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk
dilaksanakan Ujian Proyek Akhir bagi yang bersangkutan



Yogyakarta, 23 Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Moch. Solikin, M.Kes.
NIP. 196804041993031003

Disetujui,
Dosen Pembimbing,

Ibnu Siswanto, M.Pd., Ph.D.
NIP. 198212302008121003

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir

**PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN *ENGINE STAND*
TOYOTA COROLLA 4A-FE**

Disusun oleh:

Anang Ma'ruf Setya Budi
NIM. 16509134039

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 25 Juli 2019

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
<u>Ibnu Siswanto, M.Pd., Ph.D.</u> Ketua Penguji		8/8 2019
<u>Joko Sriyanto, S.Pd., MT.</u> Sekretaris Penguji		8/8 2019
<u>Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng.</u> Penguji Utama		8/8 2019

Yogyakarta, 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,


Dr. W. Widarto, M.Pd.
NIP. 196312301988121001

HALAMAN MOTTO

“Jangan menunggu kesuksesan, tetapi jemputlah selagi bisa dan masih muda”

(Penulis)

“Rahasia kesuksesan adalah mengetahui yang orang lain tidak ketahui”

(Aristotle Onassis)

“Hidup ini seperti sepeda. Agar tetap seimbang, kau harus terus bergerak”

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan proyek akhir ini kupersembahkan kepada:

- ✓ Bapak, Ibu tercinta dan saudara-saudaraku yang telah memberikan bimbingan, nasehat, doa dan segala dukungannya.
- ✓ Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif UNY yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya
- ✓ Teman-teman kelas B Teknik Otomotif angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan motivasinya
- ✓ Sahabat-sahabat yang selalu mendukung dan memberikan masukan serta menghibur didalam segala kondisi.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga pembuatan Proyek Akhir ini sekaligus penyusunan laporan proyek akhir dengan judul “Perbaikan Sistem Pengapian *Engine Stand* Toyota Corolla 4A-FE” dapat berjalan dengan baik.

Selama pembuatan Proyek Akhir dan dalam penyusunan Proyek Akhir, telah didapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini diucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Zaenal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Ibnu Siswanto, M.Pd., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing dalam pembuatan Proyek Akhir ini dan selaku Pembimbing Akademik.
4. Moch Solikin, M. Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak dan ibu tercinta yang telah merawat, menjaga serta mendidikku dengan penuh kasih sayang, kedisiplinan dan selalu berdoa untuk kebahagiaanku serta dukungan baik material dan spiritual.
6. Kakak, adik yang saya sayangi yang selalu memberikan semangat untuk pantang menyerah.

7. Teman-teman kelas B angkatan 2016 yang telah banyak memberikan bantuannya.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir.

Semoga hasil dari perbaikan *engine stand* dan laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Demikianlah laporan Proyek Akhir Perbaikan Sistem Pengapian *Engine Stand* Toyota Corolla 4A-FE ini, semoga bisa memberikan manfaat sebagaimana mestinya. Kiranya Allah SWT senantiasa memberkati kita semua.

Yogyakarta, 23 Juli 2019

Anang Ma'ruf Setya Budi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	4
F. Manfaat	5
G. Keaslian Gagasan	5
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	6
A. Pengertian Perbaikan	6
B. <i>Engine Stand</i> Toyota Corolla 4A-FE	7
C. Sistem pengapian	8
1. Syarat-Syarat Sistem Pengapian yang Harus Dipenuhi	9
2. Jenis & Macam-Macam Sistem Pengapian	10
D. Sistem Pengapian Elektronik ESA (<i>Electronic Spark Advance</i>)	19
1. Pengertian Sistem Pengapian <i>Elektronik Spark Advance</i>	19

2. Komponen Sistem Pengapian Elektronik	22
3. Cara Kerja Sistem Pengapian ESA Toyota 4A-FE	32
E. Diagnosis dan Prosedur Pemeriksaan Sistem Pengapian ESA	33
1. Diagnosis	33
2. Prosedur Pemeriksaan	33
F. Prosedur Pengujian Sistem Pengapian	39
BAB III KONSEP RANCANGAN	42
A. Analisis Kebutuhan	42
B. Rancangan Perbaikan	43
C. Rencana Langkah Kerja	46
D. Analisis Kebutuhan Alat dan Bahan	48
E. Rancangan Biaya.....	50
F. Rencana Jadwal Perbaikan	51
G. Rencana Pengujian	52
BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Proses Perbaikan	54
1. Identifikasi awal	54
2. Membongkar atau <i>overhaul</i> sistem pengapian ESA.....	54
3. Melakukan pemeriksaan dan pengukuran komponen-komponen	60
4. Melakukan perbaikan yang mengalami kerusakan.....	67
5. Merakit kembali semua komponen sistem pengapian ESA	69
B. Proses Pengujian Sistem Pengapian	74
C. Hasil Pengujian Kinerja Sistem Pengapian	78
D. Pembahasan	81
1. Proses Perbaikan.....	81
2. Proses Pengujian.....	82
BAB V PENUTUP.....	84
A. Kesimpulan.....	84
B. Keterbatasan	85
C. Saran	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem Pengapian Konvensional	11
Gambar 2. Diagram Sistem Pengapian CDI	12
Gambar 3. Prinsip <i>hall effect</i>	13
Gambar 4. Pembangkit pulsa <i>hall effect</i>	14
Gambar 5. Sistem pengapian triger optik.....	16
Gambar 6. Diagram sistem pengapian transistor model induktif.....	17
Gambar 7. Komponen Sistem Pengapian Terkontrol Komputer	18
Gambar 8. Sistem pengapian ESA	19
Gambar 9. Pemajuan waktu pengapian ESA	20
Gambar 10. Konstruksi dasar ESA	21
Gambar 11. Penyerdahanaan Sistem Pengapian ESA.....	21
Gambar 12. Bagian-bagian baterai.....	23
Gambar 13. Kunci Kontak	24
Gambar 14. <i>Fuse</i> tipe bilah dan tabung	24
Gambar 15. ECU Toyota Corolla 4A-FE.....	26
Gambar 16. Distributor Toyota Corolla 4A-FE	28
Gambar 17. Koil pengapian	28
Gambar 18. Konstruksi <i>signal generator</i>	29
Gambar 19. Kabel tegangan tinggi.....	30
Gambar 20. Konstruksi busi.....	31
Gambar 21. Rangkaian sistem pengapian Toyota Corolla 4A-FE.....	32
Gambar 22. Pemeriksaan bunga api.....	34
Gambar 23. Pemeriksaan busi visual	34
Gambar 24. Menyetel celah elektroda	35
Gambar 25. Memeriksa tahanan kabel tegangan tinggi	35
Gambar 26. Memeriksa tahanan koil primer.....	36
Gambar 27. Memeriksa tahanan koil sekunder.....	37
Gambar 28. Memeriksa celah udara distributor	37
Gambar 29. Memeriksa tahanan generator sinyal.....	38

Gambar 30. <i>Power Source</i> ECU Toyota Corolla 4A-FE	44
Gambar 31. <i>Wiring</i> sistem pengapian Toyota Corolla 4A-FE.....	45
Gambar 32. <i>Engine</i> Toyota Corolla 4A-FE	54
Gambar 33. Melepas cop busi.....	55
Gambar 34. Melepas Busi.....	55
Gambar 35. Melepas baut pengunci tutup distributor	56
Gambar 36. Melepas tutup distributor	56
Gambar 37. Melepas konektor distributor	57
Gambar 38. Mengendorkan baut pengikat rumah distributor	57
Gambar 39. Melepas distributor.....	57
Gambar 40. Melepas rotor.....	58
Gambar 41. Melepas mur koil pengapian	58
Gambar 42. Melepas skrup pengunci koil pengapian	59
Gambar 43. Melepas koil pengapian.....	59
Gambar 44. Melepas skrup pada <i>igniter</i>	59
Gambar 45. Melepas skrup pengunci <i>igniter</i>	60
Gambar 46. Melepas <i>igniter</i>	60
Gambar 47. Pemeriksaan percikan bunga api	61
Gambar 48. Pemeriksaan visual busi	61
Gambar 49. Pemeriksaan busi dengan <i>sparktester</i>	62
Gambar 50. Pemeriksaan tahanan kabel busi.....	63
Gambar 51. Pemeriksaan tahanan primer koil	64
Gambar 52. Pemeriksaan tahanan sekunder koil	64
Gambar 53. Memeriksa celah udara distributor	65
Gambar 54. Pemeriksaan tahanan G <i>signal</i>	65
Gambar 55. Pemeriksaan tahanan NE <i>signal</i>	66
Gambar 56. Busi lama dan baru	67
Gambar 57. Kabel busi lama.....	68
Gambar 58. Kabel busi baru	68
Gambar 59. Kondensor dan kabel distributor yang sudah terpasang.....	69
Gambar 60. Memasang <i>igniter</i>	69

Gambar 61. Memasang kabel <i>igniter</i>	70
Gambar 62. Memasang koil pengapian.....	70
Gambar 63. Memasang kabel terminal koil pengapian.....	71
Gambar 64. Memasang rotor pengapian	71
Gambar 65. Memposisikan top silinder 1	71
Gambar 66. Posisi belahan poros	72
Gambar 67. Memasang distributor IIA	72
Gambar 68. Mengencangkan baut pengikat distributor IIA	73
Gambar 69. Kabel busi baru	73
Gambar 70. Menguji percikan bunga api.....	74
Gambar 71. Jumper terminal TE1 dan E1.....	75
Gambar 72. Memasang kabel pemicu pada kabel busi silinder 1	76
Gambar 73. Menguji timing pengapian	76
Gambar 74. Menguji gelombang listrik G dan NE <i>signal</i>	77
Gambar 75. Menguji gelombang listrik IGT dan IGF	78
Gambar 76. Percikan bunga api	79
Gambar 77. Timing pengapian.....	79
Gambar 78. Gelombang listrik pada G dan NE <i>signal</i>	80
Gambar 79. Spesifikasi Gelombang listrik G dan NE <i>signal</i>	80
Gambar 80. Gelombang listrik pada IGT dan IGF	80
Gambar 81. Spesifikasi gelombang listrik pada IGT dan IGF.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kode warna sekring	25
Tabel 2. Kebutuhan alat	48
Tabel 3. Kebutuhan alat pengukuran	49
Tabel 4. Kebutuhan bahan.....	49
Tabel 5. Kalkulasi biaya pembelian bahan	50
Tabel 6. Jadwal rencana perbaikan	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi *Engine Stand*

Lampiran 2. *Wiring diagram* sistem pengapian Toyota Corolla 4A-FE

Lampiran 3. Kartu bimbingan proyek akhir

Lampiran 4. Bukti selesai revisi