PENGEMBANGAN RANCANGAN GEOMETRI SUSPENSI PADA MOBIL FORMULA GARUDA 2017

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Disusun oleh :

Gea Lurudancang

15504244003

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2019

PENGEMBANGAN RANCANGAN GEOMETRI SUSPENSI PADA MOBIL FORMULA GARUDA 2017

Oleh:

Gea Lurudancang

NIM. 15504244003

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Membuat rancangan suspensi geometri Formula Garuda 18 dangan nilai *wheel rate*, *scrub radius*, *vertical location roll center* dan *camber change* lebih kecil dari rancangan suspensi geometri Formula Garuda 17 agar mobil formula garuda dapat melintasi tikungan dengan kecepatan tinggi tanpa mengalami *understeer*, (2) Membuat rancangan suspensi geometri Formula Garuda 18 dangan nilai *roll steer* dan *toe angle change* lebih kecil dari rancangan suspensi geometri Formula Garuda 17 agar dapat mobil tetap stabil melintasi tikungan dengan kecepatan tinggi, (3) Membuat rancangan suspensi geometri Formula Garuda 18 dengan nilai *dive breaking* dan *squat acceleration* yang lebih randah dari rancangan suspensi geometri Formula Garuda 17 agar mobil formula dapat keluar dari tikungan dengan respon akselerasi yang baik dan melakukan pengereman dengan sedikit *body roll*.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah ADDIE. Objek penelitian ini adalah desain dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 untuk membuat mobil Formula Garuda 18 dan melombakan mobil dalam kompetisi *student formula japan* pada tahun 2018. Alat pengumpulan data untuk melakukan penelitian ini adalah *travel sensor* yang membaca travel suspensi saat mobil *cornering* dan nantinya akan dimasukan sebagai parameter pada *software* Adams untuk disimulasi kinematika kendaraan kemudian dari koordiat dari Adams dimasukan *software* SolidWorks untuk dibuat 3D model.

Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa perolehan nilai pada *design event* dan perolehan waktu pada lintasan *skidpad*, *autocross* dan *endurance* di *student formula japan* pada tahun 2018 lebih baik dari tahun 2017 dengan mobil yang hanya dirubah pada geometri suspensinya.

Kata Kunci : Geometri Suspensi, Rancangan, Mobil Formula Garuda, *Formula Student Japan*

ABSTRACT

This research was designed to (1) Make Formula Garuda suspension geometry 18 with wheel speed, radius scrub, roll center vertical location and camber change smaller than the Garuda Garuda Formula 17 geometry suspension planning so that the Garuda formula car can be used at high speed bends without using understeer , (2) Making the suspension geometry of Formula Garuda 18 with a roll steer value and changing the foot angle smaller than the design of the geometry suspension Formula Garuda 17 in order to remain stable curved at high speed, (3) Making the Garuda 18 Formula geometry suspension with breaking diving values and squat acceleration that is lesser than the design of the Garuda Garuda Formula 17 geometry so that the formula car can get out of the corner with a good acceleration response and braking with a little body roll.

The method used in this study is ADDIE. The object of this research is the design of the suspension geometry of Formula Garuda 17 cars to make Formula Garuda 18 cars and race cars in the Japanese student formula competition in 2018. Data collection tools for conducting this research are travel sensors that read travel suspension when the car corners and spends will be included as a parameter on the Adams software for simulation of vehicle kinematics then from the coordi- nate of Adams software incorporated SolidWorks to create 3D models.

The results of this study show evidence on approved design and time events in skidpad, autocross and endurance in Japanese student formulas in 2018 better than 2017 with a car that can be changed in the suspension geometry.

Keywords: Suspension Geometry, Design, Garuda Car Formula, Japanese Student Formula

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gea Lurudancang

NIM : 15504244003

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Judul TAS : PENGEMBANGAN RANCANGAN GEOMETRI SUSPENSI PADA MOBIL FORMULA GARUDA 2017

Menyatakan bahwa skripsi 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, 22 Juli 2019

Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL 3D85AAFF830804329 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Gea Lurudancang

NIM 15504244003

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

PENGEMBANGAN RANCANGAN GEOMETRI SUSPENSI PADA MOBIL FORMULA GARUDA 2017

Disusun oleh:

Gea Lurudancang
NIM. 15504244003

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

Mengetahui, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif	Yogyakarta, 02 Juli 2019 Disetujui, Dosen Pembimbing,
Dr. Zainal Arifin, M.T. NIP. 196903122001121001	**Drs. Kir Haryana, M.Pd.** NIP. 196012281986011001

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

PENGEMBANGAN RANCANGAN GEOMETRI SUSPENSI PADA MOBIL FORMULA GARUDA 2017

Disusun oleh:

Gea Lurudancang

NIM. 15504244003

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 15 Juli 2019

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Drs. Kir Haryana, M.Pd.	Ketua Penguji	.....	17/7/2019
Dr. Ir. Zainal Arifin, M.T.	Sekertaris	.....	17/7/2019
Dr. Drs. Agus Budiman, M.Pd., M.T	Penguji Utama	.....	17/7/2019

Yogyakarta, ... Juli 2019

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan

Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

HALAMAN MOTTO

"*NEK KOE NENG DUWUR OJO NGIDAK-IDAK SING NENG NGISOR, NEK KOE NENG NGISOR OJO NJEGALI SEK NENG DUWUR*"

(Ayah Gea Lurudancang)

"*KANCANE TURU AKU SINAU, KANCANE MLAKU AKU WES ISO MLAYU.*

ORASAH KESUSU, NIKMATI WAE URIPMU~"

(Gea Lurudancang)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahhirrahmanirrahim, Tugas Akhir Skripsi ini saya persembahkan spesial untuk:
Kedua orang tua saya bapak darwito dan ibuk fita cahyaningrum.

Kakak saya laksa parascita

Yang saya jaga Vicki riana yuliarta

Semua guru dan dosen yang telah mengajarkan ilmu dan etika dalam hidup kepada saya, semoga semua yang diajarkan menjadi pahala yang berkah untuk keluarga bapak dan ibu guru juga bapak dan ibu dosen

Kopi AJE tim yang memberikan saya motivasi untuk terus maju
Keluarga Besar Garuda UNY Racing Team, yang telah memberikan saya pelajaran hidup yang luar biasa. "kita berhenti bekerja saat kita slesai bukan saat kita lelah". Let's Fly High Garuda.

Sahabat saya yang membantu setiap saya mempunyai masalah yuda wicaksono dan miladiah susanti

Teman-teman muda irama yang memberikan saya hiburan saat saya lelah
Teman-teman angkatan 2015 otomotif kelas C. C is Champions

Serta,
Almamater tempat saya mengembangkan potensi diri
Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

Terima kasih saya ucapkan sebesar-besarnya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul "Pengembangan Rancangan Geometri Suspensi pada Mobil Formula Garuda 2017" guna mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Teknik Otomotif di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak terlepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Drs. Kir Haryana, M.Pd.selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah membimbing, memberikan semangat dan dorongan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Widarto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta atas pemberian ijin dan persetujuan Tugas Akhir Skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, M. Pd. dan Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T., selaku pendamping selama kompetisi *Student Formula Japan* 2018.
5. Bapak Moch. Solikin, M.Kes., Muhkamad Wakid, S.Pd. M.Eng., Sutiman, M.T., Dr. Sutopo M.T., dan Febrianto Amri Ristadi, M.Eng.Sc., selaku advisor Garuda UNY Racing Team yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

6. Seluruh anggota Garuda UNY Racing Team (GURT), teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan inspirasi dan motivasi.
7. Kedua Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi.
8. Teman-teman Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif UNY angkatan 2015 yang tak terlupakan.
9. Serta berbagai pihak yang telah terlibat dalam peyusunan Tugas Akhir Skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terimakasih atas segala bentuk bantuannya.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapat balasan dari Allah SWT. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, peneliti berharap semoga skripsi yang masih jauh dari sempurna ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pihak-pihak yang bersangkutan. Amin Ya Robbal'Alamin.

Yogyakarta, 02 Juli 2019

Penulis,

Gea Lurudancang

DAFTAR ISI

ABSTRAK ii
ABSTRACT iii
LEMBAR PERNYATAAN iv
LEMBAR PERSETUJUAN v
LEMBAR PENGESAHAN vi
HALAMAN MOTTO vii
HALAMAN PERSEMBAHAN viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xviii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 8
C. Batasan Masalah 10
D. Rumusan Masalah 10
E. Tujuan Penelitian 11
F. Manfaat Penelitian 12
BAB II KAJIAN PUSTAKA 13
A. Kajian Teori 13
B. Penelitian yang Relevan 45
C. Kerangka Pikir 47
D. Pertanyaan Penelitian 48
BAB III METODE PENELITIAN 50
A. Jenis Penelitian 50
B. Prosedur Pengembangan 51
C. Tempat dan Waktu Penelitian 60

D. Objek penelitian 62

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan 62

F. Teknik Pengumpulan Data 63

G. Teknik Analisis Data 67

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 72

A. Diskripsi Rancangan Geometri Suspensi Mobil Formula Garuda 17 72

B. *Setting* analisis Rancangan Geometri Suspensi Mobil Formula Garuda 17 pada *software* Adams Car 81

C. Analisis, *redesign* dan *reanalysis* Rancangan Geometri Suspensi Mobil Formula Garuda 17 pada *software* Adams Car. 88

D. Diskripsi Rancangan Geometri Suspensi Mobil Formula Garuda 18 103

E. Pembahasan Hasil Geometri Suspensi Mobil Formula Garuda 18 111

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, KETERBATASAN PENELITIAN DAN SARAN 115

A. Kesimpulan 115

B. Implikasi 116

C. Keterbatasan Penelitian 117

D. Saran 117

DAFTAR PUSTAKA 119

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perolehan waktu di *skidpad* …….5

Tabel 2. Hasil perolehan *autocross*……6

Tabel 3. Koordinat (x, y, z) pada geometri suspensi……..…….…..79

Tabel 4. Koordinat (x, y, z) pada *solidworks* dan *Adams Car*…….…..80

Tabel 5. Perubahan parameter……..89

Tabel 6. Result set analysis……...90

Tabel 7. Koordinat yang dirubah (x,y,z) *datum* Solid Works……..96

Tabel 8. Result set analysis……...97

Tabel 9. Hasil perolehan *design event*……..…111

Tabel 10. Perolehan waktu *skidpad*……112

Tabel 11. Perolehan waktu autocross……...……..113

Tabel 12. Hasil perolehan *endurance* 3 lap pertama……...113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. *track skidpad*……4
Gambar 2. Lintasan *autocross*……..6
Gambar 3. Kinematika gerak roda dan *chassis* kendaraan……15
Gambar 4. *Front view Swing Arm Geometry* (FVSA)……..…16
Gambar 5. *Camber angle*……17
Gambar 6. Gaya pada roda selama mobil menikung……18
Gambar 7. *Camber thrust*……19
Gambar 8. Pengaruh *short SLA* dan *long SLA*……..20
Gambar 9. Efek *jaching force*……..21
Gambar 10. Pengaruh IC pada *scrub*……..23
Gambar 11. *Wheel rate* sama dengan *spring rate*……24
Gambar 12. Posisi suspensi diluar……....25
Gambar 13. Posisi suspensi didalam……25
Gambar 14. Menambah *wheel rate* berdasarkan *geometri spring axis*……26
Gambar 15. *Zero anti-dive*……...28
Gambar 16. 100% *anti-dive*……..28
Gambar 17. Momen yang terjadi saat pengereman……..29
Gambar 18. Alternative anti-dive……30
Gambar 19. Rancangan anti-squat……32
Gambar 20. 100% anti-squat……33
Gambar 21. Anti lift……33
Gambar 22. Parallel equal-length system……35
Gambar 23. Paralel equal-length saat roll……35
Gambar 24. Paralel equal-length saat bump……35

Gambar 25. Converging equal-length double wishbone……..37

Gambar 26. Converging unequal-length double wishbone roll……37

Gambar 27. Converging equal-length double wishbone……..38

Gambar 28. Unequal-length and non parallel arm…….. 39

Gambar 29. Converging unequal-length double wishbone roll……39

Gambar 30. Converging unequal-length double wishbone bump……39

Gambar 31. Rocket arm suspension…….40

Gambar 32. Pengaturan ben-crank pada tipe push roll……41

Gambar 33. Perbedaan sudut yang dihasilkan wheel base pendek dengan wheel base panjang saat membelok……43

Gambar 34. Software Adams Car…….45

Gambar 35. FSAC Skidpad layout……...55

Gambar 36. Data geometri suspensi mobil formula garuda 17…….63

Gambar 37. Data berat mobil formula garuda 17…….64

Gambar 38. Data travel suspensi Formula Garuda saat autocross……64

Gambar 39. Data hasil analisis geometri suspensi mobil formula garuda 17……65

Gambar 40. Data geometri suspensi mobil formula garuda 18…….……66

Gambar 41. Data berat mobil formula garuda 18…….66

Gambar 42. Data hasil analisis geometri suspensi mobil formula garuda 18……67

Gambar 43. Koordinat x,y,z geometri suspensi mobil formula garuda 17…….…….68

Gambar 44. Parameter analisis pada mobil formula garuda 17……..…….68

Gambar 45. Parameter analisis bump dan rebound…….69

Gambar 46. Diagram penelitian dan pengembangan rancangan geometri suspensi mobil formula garuda 18…….71

Gambar 47. Front view swing arm geometry suspensi depan mobil formula garuda 17…….72

Gambar 48. Front view swing arm geometry suspensi depan mobil formula garuda 17…….73

Gambar 49. Zero anti-dive suspensi depan mobil formula garuda 17…….74

Gambar 50. Roll axis height mobil formula garuda 17……75

Gambar 51. Bell-crank depan mobil formula 17……..75

Gambar 52. Bell-crank belakang mobil formula 17……..76

Gambar 53. Wheel base mobil formula garuda 17……77

Gambar 54. Width track depan mobil formula garuda 17……77

Gambar 55. Width track belakang mobil formula garuda 17……78

Gambar 56. Koordinat x,y,z geometri suspensi mobil formula garuda 17…….……79

Gambar 57. Adams car model front suspension subsystem mobil formula garuda 17……...……..83

Gambar 58. Adams car model rear suspension subsystem mobil formula garuda 17……...……..84

Gambar 59. Adams car model steering suspension subsystem mobil formula garuda 17……...……..85

Gambar 60. Parameter travel Adams car….……86

Gambar 61. Pembacaan travel sensor bump maksimal dan rebound maksimal pada saat mobil cornering……....87

Gambar 62. Convert travel dari travel suspensi ke travel titik tengah roda……....87

Gambar 63. Suspensi depan roll center vertical location……91

Gambar 64. Suspensi depan dive breaking……..92

Gambar 65. Suspensi depan camber change……....92

Gambar 66. Suspensi depan roll steer……..93

Gambar 67. Suspensi depan wheel rate……93

Gambar 68. Suspensi depan scrub radius……...…..94

Gambar 69. Suspensi depan toe angle change…….94

Gambar 70. Front suspension analysis……95

Gambar 71. Suspensi belakang roll center vertical locati……..……97

Gambar 72. Suspensi belakang accue varian…….98

Gambar 73. Suspensi belakang camber change……..……...98

Gambar 74. Suspensi belakang wheel rate……...……..98

Gambar 75. Suspensi belakang scrub radius…….....99

Gambar 76. Rear suspension analysis……99

Gambar 77. Outside turn diameter……101

Gambar 78. Turn radius……101

Gambar 79. Final model Adams car rancangan geometri suspensi mobil formula garuda 18……...102

Gambar 80. Front view swing arm geometry suspensi depan mobil formula garuda 18...……104

Gambar 81. Front view swing arm geometry suspensi belakang mobil formula garuda 18...……105

Gambar 82. Rancangan anti-dive suspensi depan mobil formula garuda 18…….106

Gambar 83. Roll axis height mobil formula garuda 18……..106

Gambar 84. Mounting engine mobil Formula Garuda……...107

Gambar 85. Bell-crank depan mobil Formula Garuda 18……..108

Gambar 86. Bell-crank belakang mobil Formula Garuda 18……..109

Gambar 87. Wheelbase mobil Formula Garuda 18……110

Gambar 88. Suspensi depan mobil Formula Garuda 18……110

Gambar 89. Suspensi belakang mobil Formula Garuda 18……111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lisensi Adams Car.....120

Lampiran 2. Lisensi SolidWorks 2018-2019.....121

Lampiran 3. Lisensi MoTec ECU Manager.....124

Lampiran 4. *Suspension System* Formula Garuda 18.....125