BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk merancang suspensi geometri mobil Formula Garuda 2018 guna memperbaiki rancangan suspensi geometri dari mobil Formula Garuda 17 sehingga dapat mengoptimalkan rancangan dari suspensi geometri mobil formula dan memberikan perilaku mobil yang dapat diprediksi yang menjadikan *driver* dapat mengontrol mobil yang digunakan, sehingga catatan waktu yang diperoleh akan lebih baik dari tahun 2017. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan atau dekenal dengan juga dengan sebutan *Research and Divelopment* (R&D) karena objek yang diteliti (rancangan mobil Formula Garuda 2018) merupakan pengembangan dari objek yang telah dibuat sebelumnya (rancangan mobil Formula Garuda 2017).

Menurut Borg dan Gall (1983: 772) penelitian dan pengembangan adalah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk. Menurut Sugiyono (2015: 28) penelitian dan pengembangan berfungsi untuk memvalidasi dan mengembangkan produk. Sedangkan menurut Sugiono (2015: 28) penelitian dan pengembangan berfungsi untuk memvalidasi dan mengembangkan produk. Pengembangan dalam hal ini dapat diartikan dengan merubah, meningkatkan, dan ataupun memperbarui produk yang telah dibuat dengan tujuan memperbaiki kekurangan dari produk sebelumnya. Sedangkan validasi dalam hal ini ialah memastikan ataupun membuktikan produk yang telah dibuat sesuai prosedur validasinya. Model pengembangan pada geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 adalah model pengembangan *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation* atau disingkat dengan ADDIE.

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan pada geometri suspensi mobil Formula garuda 18 sesuai dengan model pengembangan ADDIE dapat dilihat pada penjelasan berikut ini:

1. *Analysis*

Tahap *Analysis* adalah tahap untuk menentukan tujuan dan batasan pada pengembangan geometri suspensi mobil Formula garuda 18. Dalam menetapkan kebutuhan, hal yang perlu diperhatikan adalah kesesuaian rancangan suspensi geometri dengan *regulasi* kompetisi *Student Formula Japan*, kesesuaian rancangan suspensi geometri dengan lintasan yang akan dihadapi dalam kompetisi dan analisi kelemahan dari rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 2017. Sistem suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 dirancang sesuai dengan analisis kebutuhan sebagai berikut:

a. Kebutuhan *Regulasi* FSAE JAPAN 2018

Secara umum *regulasi* dari kompetisi Formula SAE fokus pada keselamatan dari *driver*, namun terkait merancang geometri suspensi untuk mobil formula ada beberapa regulasi sebagai batasan dalam merancang suspensi geometri mobil Formula Garuda 18. *Regulasi* tersebut diantaranya:

1) ARTICLE 2: GENERAL DESIGN REQUIREMENTS

T2.3 *Wheelbase*

"*The car must have a wheelbase of at least 1525 mm (60 inches). The wheelbase is measured from the center of ground contact of the front and rear tires with the wheels pointed straight ahead.*"

T2.4 *Vehicle Track*

"*The smaller track of the vehicle (front or rear) must be no less than 75% of the larger track*."

2) ARTICLE 6: GENERAL CHASSIS RULES

T6.1 *Suspension*

Rule T6.1.1: "*The car must be equipped with a fully operational suspension system with shock absorbers, front and rear, with usable wheel travel of at least 50.8 mm (2 inches), 25.4 mm (1 inch) jounce and 25.4 mm (1 inch) rebound, with driver seated. The judges reserve the right to disqualify cars which do not represent a serious attempt at an operational suspension system or which demonstrate handling inappropriate for an autocross circuit*."

T6.2 *Ground Clearence*

"*Ground clearance must be sufficient to prevent any portion of the car, other than the tires, from touching the ground during track events. Intentional or excessive ground contact of any portion of the car other than the tires will forfeit a run or an entire dynamic event*."

T6.3 *Wheels*

Rule T6.3.1 : *"The wheels of the car must be 203.2 mm (8.0 inches) or more in diameter*."

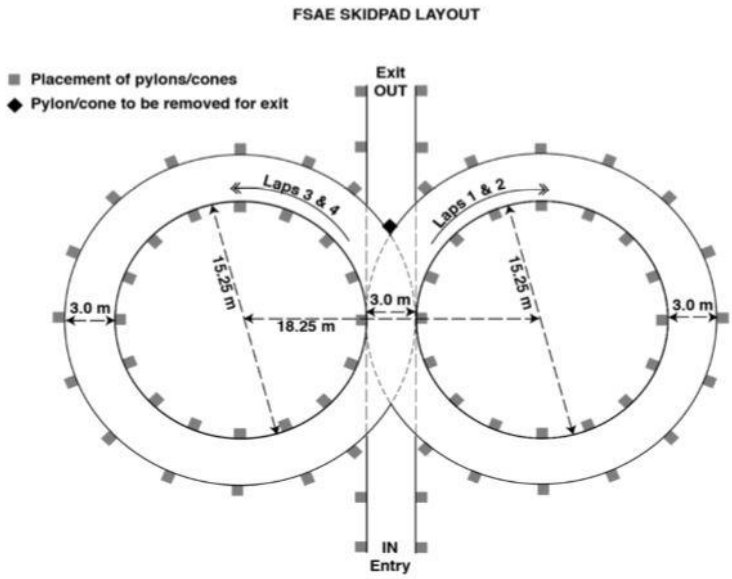
b. Kebutuhan *competition event Formula Student Japan* 2018

Untuk menyesuaikan rancangan dari mobil Formula Garuda 2018 maka diperlukan analisis terhadap lintasan yang sudah ditetapkan pada *dynamic event* kompetisi *Formula Student Japan*. *Dynamic event* merupakan ajang bagi mobil menunjukkan performanya di lintasan *acceleration*, *skidpad*, *autocross*, dan *endurance*. Perancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 ditujukan memperbaiki *heandling* dari mobil Formula Garuda 17 sehingga mobil dapat melewati tikungan dengan kecepatan yang lebih dan menghasilkan catatan waktu yang lebih singkat. *Dyanamic event* terdiri dari empat *event* diantaranya adalah *Acceleration event, Skid-pad event, Autocross event,* dan *Endurance and Efficiency event*. Namun menurut FSAE *rule* ada tiga *event* yang digunakan untuk mengukur kemampuan *manuver* dan *heandling* dari kendaraan yaitu *Skid-pad event, Autocross event,* dan *Endurance event*. Maka dari itu rancangan suspensi geometri sangat mempengaruhi perolehan waktu dalam tiga *event* tersebut. Berikut penjelasan tentang *Skid-pad event, Autocross event,* dan *Endurance event*.

1) *Skid-pad event*

Skid-pad event memiliki layout lintasan dengan 2 lingkaran yang masing-masing berdiameter 15,25 meter dan jarak pusat lingkarannya adalah 18,25 meter dengan lebar lintasan 3 meter seperti pada gambar 24. Mula-mula mobil akan memasuki lintasan secara tegak lurus dari entry way dan menyelesaikan lap 1 dan 2 di lingkaran kanan setelahnya berpindah ke lingkaran kiri untuk menyelesaikan

lap 3 dan 4 kemudian mobil keluar lintasan melalu exit way. Waktu yang akan diambil untuk perhitungan perolehan point adalah waktu tercepat.



Gambar 35. FSAE Skidpad Layout (Anonim, 2017: 163)

2) *Autocross event*

Track autocross yang memiliki panjang lintasan 0,805 km adalah lintasan yang memiliki tingkat kerumitan yang tinggi. Tujuan dari autocross event adalah untuk menilai kemampuan *manuver* dan *handling* pada track yang sempit. Berikut spesifikasi dari *track Autocross*:

a) Track Lurus – Tidak lebih dari 60 meter dengan tikungan tajam pada kedua ujung tidak lebih dari 45 meter dengan tikungan lebar pada akhir belokan.

b) Tikungan Konstan – Mempunyai diameter dalam 23 meter sampai 45 meter.

c) Tikungan Tajam – Memiliki diameter luar minimal 9 meter.

d) *Slalom* – Terdapat cones pada garis lurus dengan jarak setiap cones 7,62 meter sampai 12,19 meter.

e) *Miscellaneous – Chicanes*, tikungan ganda, mengurangi radius belok, dll. Memiliki lebar track minimal 3,5 meter.

3) *Endurance*

Dalam event ini diharuskan mobil mampu menempuh jarak 22 km dalam 20 lap dan selama itu tim tidak diperbolehkan melakukan perkerjaan pada mobil. Layout lintasan endurance pada dasarnya sama

dengan layout lintasan autocross, yaitu sebagai berikut:

a) Track Lurus – Tidak lebih dari 77 meter dengan tikungan tajam pada kedua ujung tidak lebih dari 61 meter dengan tikungan lebar pada akhir belokan.

b) Tikungan Konstan – Mempunyai diameter dalam 30 meter sampai 54 meter. Tikungan Tajam – Memiliki diameter luar minimal 9 meter.

c) Slalom – Terdapat cones pada garis lurus dengan jarak setiap cones 9 meter sampai 15 meter.

d) Miscellaneous – Chicanes, tikungan ganda, mengurangi radius belok, dll. Memiliki lebar track minimal 4,5 meter.

c. *Analiysis* suspensi geometri mobil Formula Garuda 2017

Untuk sebagai dasar nantinya dalam mendesain rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18, perlu melakukan analisis terhadap rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 17. Hasil dari analisis suspensi geometri mobil Formula Garuda 17 akan digunakan sebagai acuan dalam merancang sehingga mendapatkan hasil analisis yang lebih baik dari rancangan suspensi geometri mobil

Formula Garuda 17 dan membuat mobil Formula Garuda 18 lebih baik dalam *heandling* untuk mampu melewati lintasan dengan perolehan waktu yang lebih cepat.

2. *Deisgn*

Berdasarkan kajian teori pada bab 2 yang telah dipaparkan, maka untuk memperoleh hasil rancangan geometri suspensi yang tepat untuk mobil balap dapat diketahui juga setelah tahap *analysis* maka sudah diketahui kebutuhan dari mobil Formula Garuda 18 sehingga untuk *design* rancangan suspensi geometri nantinya memiliki tujuan dan target yang dibutuhkan. Adapun beberapa tahapan dalam kegiatan *design* rancangan suspensi geometri yaitu:

a. Meng-*copy design* mobil Formula Garuda 17
b. Menggambar ulang tata letak dari suspensi depan dan suspensi belakang mobil Formula Garuda 17 secara 2D dengan *software* Solidworks untuk mengetahui letak dari titik geometri suspensi x,y dan z dari *origin.*
c. Memasukan koordinat x,y, dan z dari titik geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 pada *software* analisis suspensi geometri ADAMS Car sehingga hasil dari geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 didapat.
d. Melakukan *re-design* pada gambar 2D dan melakukan *re-analiysis* terhadap rancangan suspensi geometri sampai didapatkan hasil yang lebih baik dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17.
e. Men-*desain* secara 3D berdasarkan hasil dari rancangan 2D suspensi geometri yang sudah mendapatkan hasil analisis yang lebih baik dari rancangan suspensi geometri sebelumnya. Dalam men-*desain* 3D menggunakan *software* Solidworks.

3. *Development*

Tahap *development* merupakan tahap pengembangan rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 yang melalui serangkaian uji kelayakan dan penilaian dari juri *Student Formula Japan*. Uji kelayakan pada rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 dengan meng*upload Design Spec Sheet* melalui *website* JSAE. Penilaian dari rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 dilakukan pada *Design event* dengan cara mempersentasikan desain dan rancangan geometri suspensi yang telah dibuat dan nantinya dinilai oleh juri dari kompetisi *Student Formula Japan*.

4. *Implementation*

Implementasi dari rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 nantinya akan akan dibuat produk mobil Formula Garuda 18. Pembuatan dari mobil Formula Garuda 18 nantinya akan mengacu pada pada *design* yang telah dikerjakan. *Implementasi* utama dari pembuatan rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 nantinya mobil akan dilombakan pada kompetisi *Student Formula Japan*.

5. *Evaluation*

Pada tahap evaluasi nanti akan dibandingkan hasil perolehan waktu terbaik dari *skid-pad event, autocross event, Endurance event,* kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance event,* dan hasil dari presentasi *Design event* dari tahun 2017 dengan tahun 2018. Sehingga evaluasi dapat memutuskan bahwa rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 layak dan dapat diandalkan atau tidak. Bila hasil dari *skid-pad event, autocross event, Endurance event,* kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance*

event, dan hasil dari presentasi *Design event* lebih baik dari tahun 2017 maka rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 dikatakan sukses.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

1. *Analysis*

   Untuk tempat melukukan *analysis* dari kebutuhan dari regulasi, lintasan dan kelemahan dari mobil Formula Garuda 17 dilakukan di *Basecamp* Garuda UNY Team yang beralamat di Gedung D13 Hall Aula Fakultas teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Waktu untuk melakukan *analysis* bulan november 2017.

2. *Design*

   Pada tahap *Design* rancangan mobil Formula Garuda 18 dilakukan di *Basecamp* Garuda UNY Team yang beralamat di Gedung D13 Hall Aula Fakultas teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Waktu untuk melakukan *design* dimulai dari bulan desember 2017 sampai maret 2018.

3. *Development*

   Pada tahap pengembangan yang melalui serangkaian tahap uji kelayakan dan penilaian juri. Dilakukan pada dua tempat. Pertama uji kelayakan dengan membuat *Design Spec Sheet* (DSS) dilakukan di *Basecamp* Garuda UNY Team yang beralamat di Gedung D13 Hall Aula Fakultas teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.Pada tahap penilaian dengan cara mempresentasikan rancangan mobil Formula Garuda 18 oleh juri

dilakukan di ECOPA (Ogasayama Sport Park), Shizuoka Prefecture, Fukuroi, Shizuoka, Japan. Waktu untuk melakukan *developme*. Pertama uji kelayakan dengan membuat *Design Spec Sheet* (DSS) dimulai dari bulan maret 2018, Pada tahap penilaian dengan cara mempresentasikan rancangan mobil Formula Garuda 18 oleh juri dilakukan pada bulan september 2018.

4. *Implementation*

Implementasi dari rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 nantinya akan akan dibuat produk mobil Formula Garuda 18 yang dilakukan di *Workshop* utara Garuda UNY Team yang terletak di sebelah timur bengkel pendidikan teknik otomotif, fakultas teknik, universitas negeri yogyakarta. *Implementasi* selanjutnya dari pembuatan rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 akan dilombakan di ECOPA (Ogasayama Sport Park), Shizuoka Prefecture, Fukuroi, Shizuoka, Japan. Pada tahap *implementation* yaitu membuat produk mobil Formula Garuda 18 yang dilakukan mulai bulan mei dan jadi pada tanggal 09 juli 2018.

5. *Evaluation*

Pada tahap evaluasi nanti akan dilihat hasil perolehan waktu terbaik dari *skid-pad event*, *autocross event*, *Endurance event*, kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance event*, dan hasil dari presentasi *Design event* dari yang di dapat di ECOPA (Ogasayama Sport Park), Shizuoka Prefecture, Fukuroi, Shizuoka, Japan pada saat perlombaan. *Evaluation* dilakukan setelah keluar hasil kompetisi pada bulan september.

D. Objek penelitian

Objek penelitian ini adalah desain dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 yang akan dikempangkan rancangan geometri suspensinya. Objek penelitian ini selanjutnya akan diproduksi dan diaplikasikan pada mobil Formula Garuda 18 untuk mengikuti kompetisi *Student Formula Japan* tahun 2018.

E. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

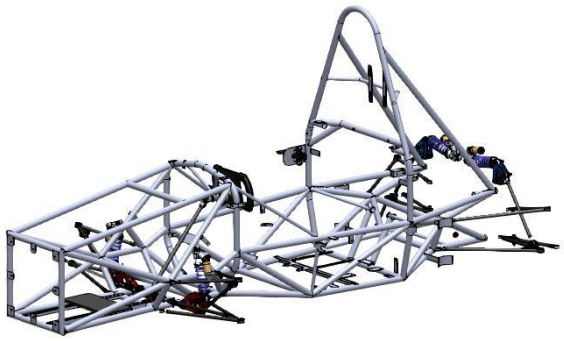
Produk yang akan dikembangkan adalah rancangan geometri suspensi pada kendaraan formula Garuda 2017 (FG17) yang sudah mengikuti dan memiliki hasil pada saat kompetisi sehingga dapat dijadikan evaluasi untuk perancangan mobil FG18. Spesifikasi umum rancangan geometri suspensi dan design mobil FG17 adalah sebagai berikut:

1. *Wheelbase* 1600mm, *Front track* 1150mm, dan *Rear track* 1100
2. Memiliki tipe suspensi *wishbone unequal and non parallel link* pada suspensi depan dan belakang.
3. Menggunakan roda HOOSIER 6.0/18.0-10 in dangan *compound* LCO pada roda depan dan R25 B pada roda belakang.
4. Suspensi depan dan belakang memiliki *jounce* dan *rebound* 30mm.
5. Memiliki static ackerman 16,48 %
6. Memiliki *caster* 4^0 , *static chamber* 0^0, dan *kingpin inclination* 9.95^0
7. Berat total kendaraan 215 kg

F. Teknik Pengumpulan Data

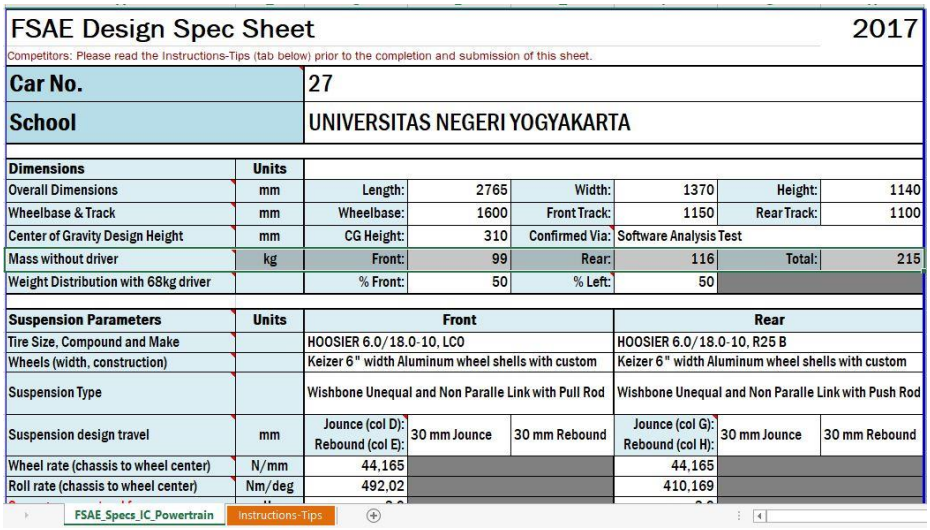
Teknik pengumpulan data pada penelitian ini meliputi beberapa pengambilan data, diantaranya sebagai berikut:

1. Pengambilan data rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 17 untuk melakukan simulasi rancangan geometri suspensi dengan *software solidworks.*



Gambar 36. Data Geometri suspensi mobil Formula Garuda 17

2. Pengambilan data berat mobil Formula Garuda 17 untuk melakukan simulasi rancangan geometri suspensi dengan melihat *Design Spec Sheet* yang telah diupload pada tahun 2017.



FSAE Design Spec Sheet 2017

Competitors: Please read the Instructions-Tips (tab below) prior to the completion and submission of this sheet.

Car No.	27
School	UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Dimensions	Units						
Overall Dimensions	mm	Length:	2765	Width:	1370	Height:	1140
Wheelbase & Track	mm	Wheelbase:	1600	Front Track:	1150	Rear Track:	1100
Center of Gravity Design Height	mm	CG Height:	310	Confirmed Via:	Software Analysis Test		
Mass without driver	kg	Front:	99	Rear:	116	Total:	215
Weight Distribution with 68kg driver		% Front:	50	% Left:	50		

Suspension Parameters	Units	Front			Rear		
Tire Size, Compound and Make		HOOSIER 6.0/18.0-10, LC0			HOOSIER 6.0/18.0-10, R25 B		
Wheels (width, construction)		Keizer 6" width Aluminum wheel shells with custom			Keizer 6" width Aluminum wheel shells with custom		
Suspension Type		Wishbone Unequal and Non Paralle Link with Pull Rod			Wishbone Unequal and Non Paralle Link with Push Rod		
Suspension design travel	mm	Jounce (col D): Rebound (col E):	30 mm Jounce	30 mm Rebound	Jounce (col G): Rebound (col H):	30 mm Jounce	30 mm Rebound
Wheel rate (chassis to wheel center)	N/mm	44,165			44,165		
Roll rate (chassis to wheel center)	Nm/deg	492,02			410,169		

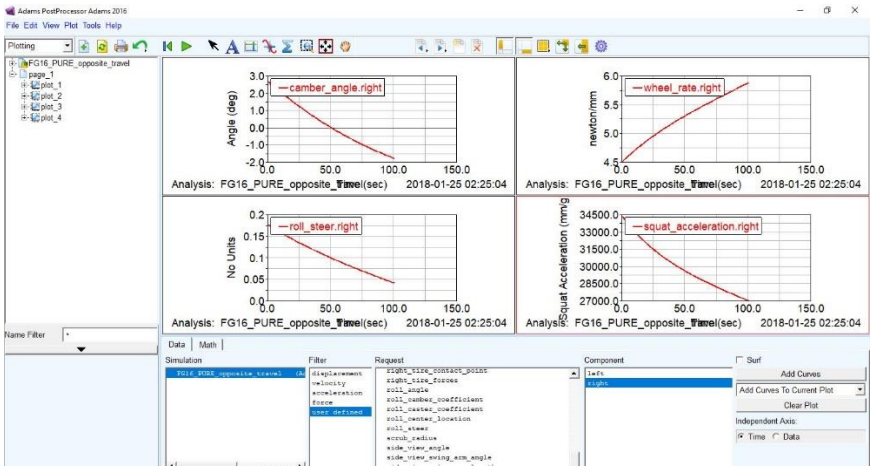
FSAE_Specs_IC_Powertrain | Instructions-Tips

Gambar 37. Data Berat mobil Formula Garuda 17

3. Pengambilan data *center of gravity* (CG) kendaraan mobil Formula Garuda 17 dan 18 didapat dengan *software solidworks*.
4. Pengambilan *travel* suspensi yang nantinya digunakan sebagai parameter pada saat simulasi suspensi yang dapat menentukan hasil simulasi pada saat mobil *cornering*. Pengambilan data ini melalui sensor *travel* suspensi pada mobil Formula Garuda 17 saat *Autocross* yang dibaca oleh *MoTec ECU Manager*.

Gambar 38. Data *Travel* suspensi mobil Formula Garuda 17 saat *autocross*

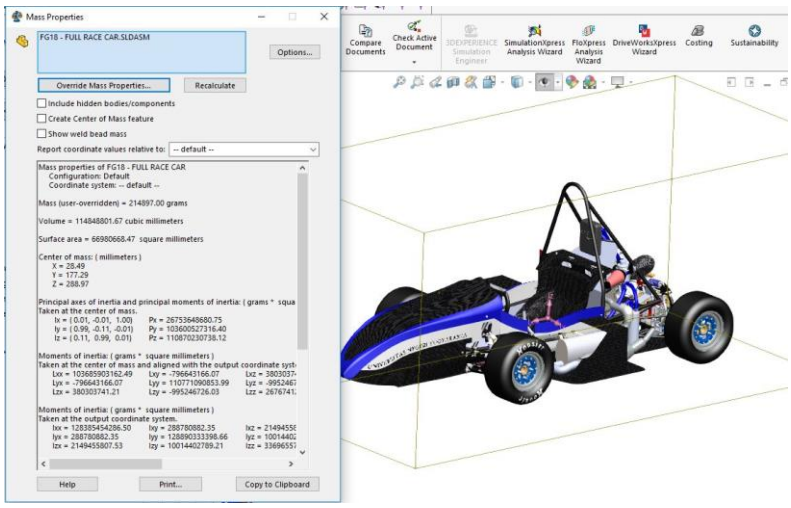
5. Pengambilan data hasil analisis dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17. Data ini didapatkan dengan memasukan parameter yang sudah sesuai dengan mobil menggunakan *software* ADAMS Car, yang nantinya digunakan sebagai patokan dalam mendesain rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 dengan cara merubah koordinat (x,y,z) dari mobil Formula Garuda 17 kemudian melakukan *reanalysis*, sampai mendapatkan hasil analisis lebih baik.



Gambar 39. Data Hasil analisis geometri suspensi mobil Formula Garuda 17

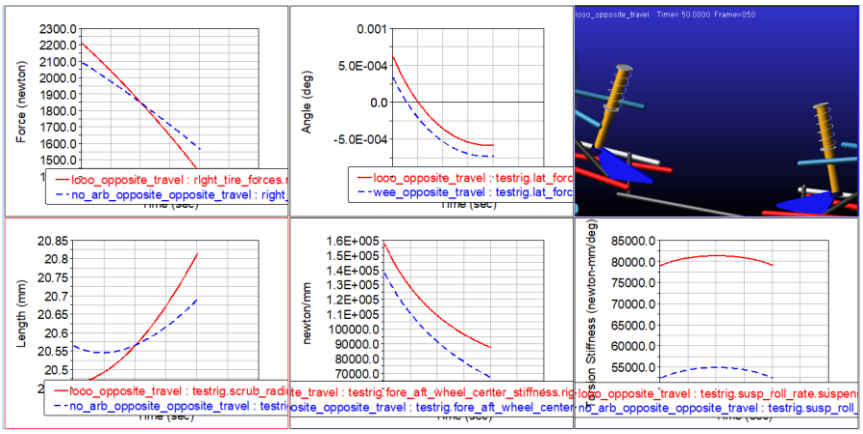
6. Pengambilan data untuk rancangan suspensi geometri mobil Formula Garuda 18 dan berat dari kendaraan untuk melakukan simulasi rancangan geometri suspensi dengan *software solidworks.*

Gambar 40. Data Geometri suspensi mobil Formula Garuda 18



Gambar 41. Data Berat mobil Formula Garuda 18

7. Pengambilan data hasil analisis dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 menggunakan *software* ADAMS Car. Data ini didapatkan dengan memasukan parameter yang sudah diubah dari mobil Formula Garuda 17 yang ada di desain.



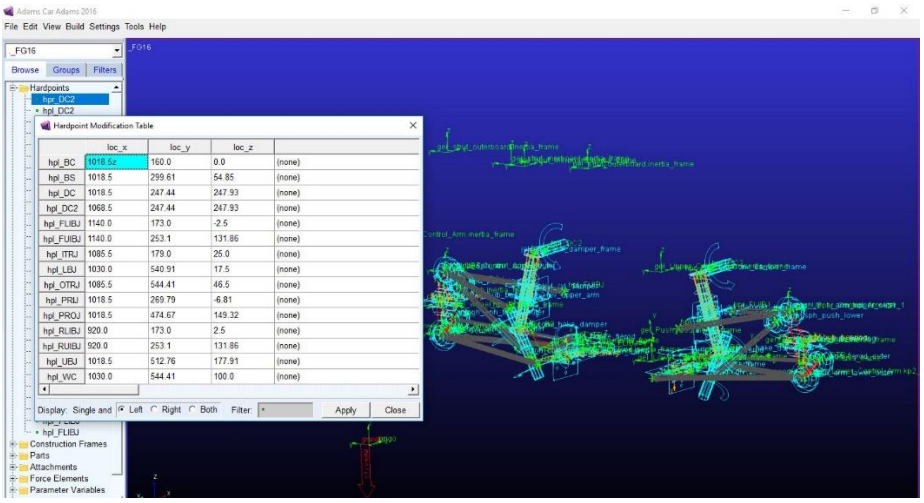
Gambar 42. Data Hasil analisis geometri suspensi mobil Formula Garuda 18

8. Pengambilan data yang terakhir adalah pengambilan data tentang waktu yang diperoleh *skid-pad event*, *autocross event*, *Endurance event*, kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance event*, dan hasil dari presentasi *Design* dari tahun 2017 dan 2018 dapat diketahui melalui *wibsite Student Formula Japan* www.jsae.or.jp/formula/en/

G. Teknik Analisis Data

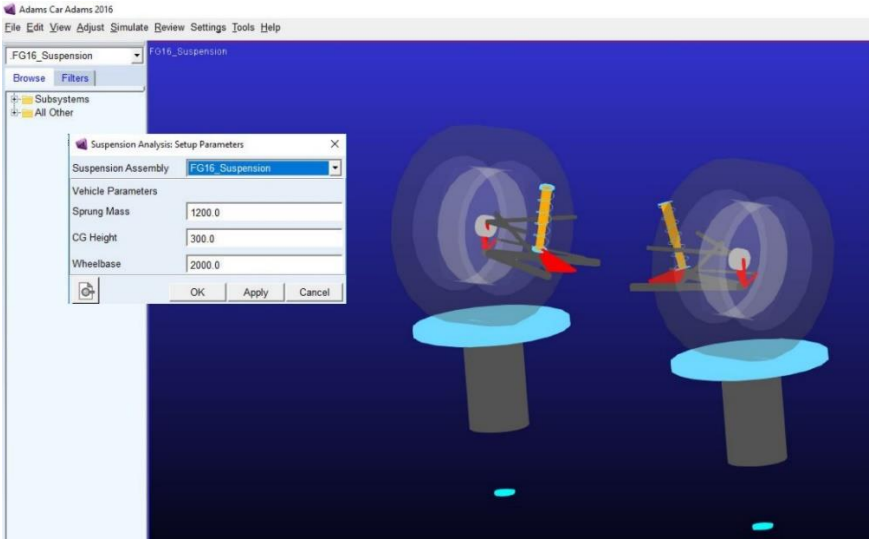
Analisis data dari geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 dilakukan dengan beberapa langkah, berikut adalah langkah – langkahnya:

1. Pertama memasukan koordinat x,y, dan z geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 kedalam *software* ADAMS Car untuk menganalisis hasil dari geometri suspesi mobil Formula Garuda 17.



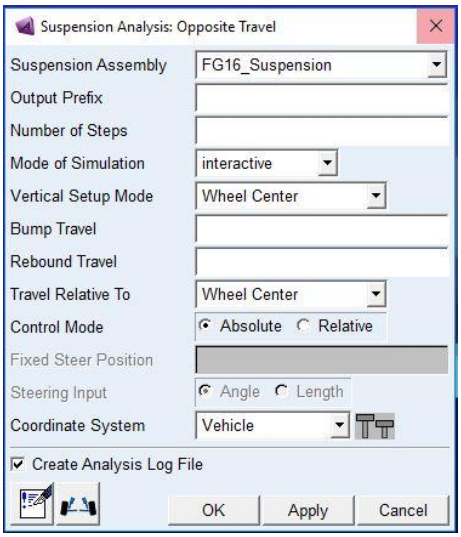
Gambar 43. Koordinat x,y dan z geometri suspensi mobil Formula Garuda 17

2. Memasukan parameter untuk menganalisis dari geometri suspensi mobil Formula Garuda 17. Parameter tersebut berupa berat dan tinggi CG kendaraan yang diperoleh dari data *Design Spec Sheet* 2017, *wheelbase* yang diperoleh dari data desain mobil Formula Garuda 17.



Gambar 44. Parameter analisis pada mobil Formula Garuda 17

3. Memasukan parameter *travel* suspensi untuk mensimulasikan mobil Formula Garuda 17 saat *cornering*. Data *travel* suspensi didapatkan dari sensor *travel* suspensi pada mobil Formula Garuda 17 saat *Autocross* yang dibaca oleh *MoTec ECU Manager*. Pada saat *cornering* tentunya *travel* sensor membaca bahwa roda bagian dalam akan mengalami *rebound* dan roda bagian luar akan mengalami *bump*. *Bump* dan *rebound* terbesar yang dibaca oleh *travel* sensor menunjukan mobil sedang *cornering*.

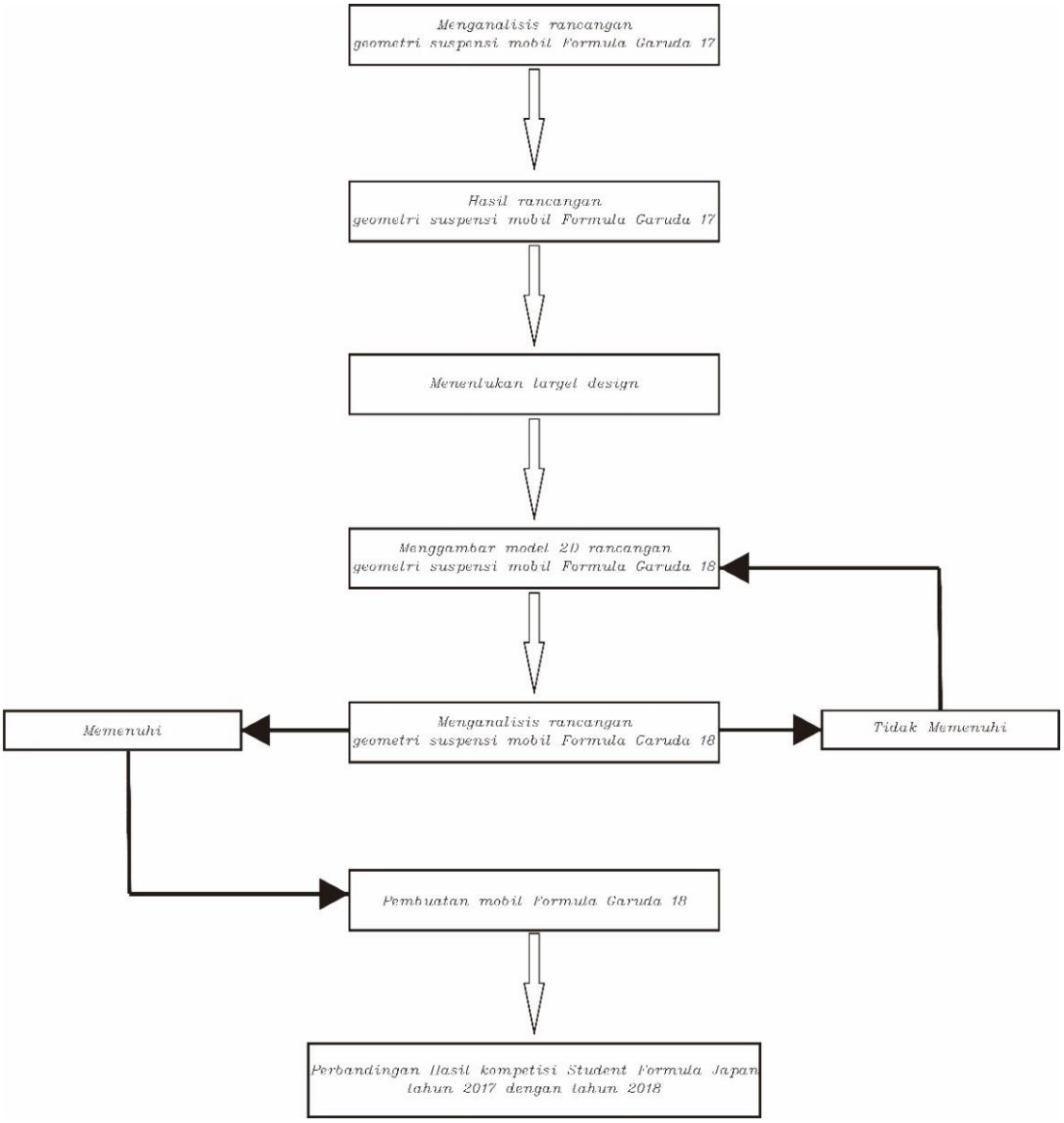


Gambar 45. Parameter analisis *bump* dan *rebound*

4. Langkah selanjutnya adalah membaca hasil analisis dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 saat *cornering* berupa *camber change, squat acceleration, dive breaking, wheel rate, vertical roll center movement, roll steer, scrub radius,* dan *toe angle change*.
5. Berdasarkan kajian teori pada bab 2 yang telah dipaparkan, maka untuk melakukan perubahan berdasarkan hasil analisis dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17 dapat dilakukan. Pada tahap kelima dilakukannya desain dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 dengan mengubah parameter pada geometri, setelah itu akan dilakukan analis dengan menggunakan *software* ADAMS Car dengan memasukan parameter dengan data yang diperoleh, untuk *travel* dari *bump* dan *rebound* dari sensor *travel* suspensi pada mobil Formula Garuda 17 saat *Autocross* yang dibaca oleh *MoTec ECU Manager*. Parameter mobil Formula Garuda 18 seperti *wheelbase,* tinggi *CG,* dan berat kendaraan diperolah dari desain mobil Formula Garuda 18. Jika hasil analisis rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 tidak lebih baik dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17, maka akan dilakukan *re-design* kemudian dianalisis kembali, begitu seterusnya sampai memperoleh hasil analisis rancangan geometri suspensi yang lebih baik dari rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 17.
6. Langkah terakhir adalah dengan membandingkan perolehan waktu terbaik *skid-pad event, autocross event, Endurance event,* kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance event,* dan hasil dari presentasi *Design* dari tahun 2017 dan 2018. Jika hasil perolehan waktu terbaik *skid-pad event, autocross event, Endurance event,* kecepatan kendaraan saat melakukan *Endurance event,* dan hasil dari presentasi *Design* lebih baik

dari tahun 2017 maka penelitian dan pengembangan rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 dikatakan sukses dan sebaliknya.

Sesuai dengan langkah analis yang telah dijelaskan, maka dari teknik penelitian dapat dibuat diagaram penelitian dan pengembangan rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18 seperti pada gambar 38 berikut.



Gambar 46. Diagram penelitian dan pengembangan rancangan geometri suspensi mobil Formula Garuda 18