

PENINGKATAN SISTEM PENGONTROLAN GERAK  
ALAT UJI SUSPENSI KENDARAAN RODA EMPAT MENGGUNAKAN  
SENSOR PROXIMITY SWITCH



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan Program Studi Sarjana (S-1) Terapan Teknik Mekatronika  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ANANTA MANDOA M 444 19 004

SATRIA J TIMBANG 444 19 023

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR

2023

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch” oleh Ananta Mandoa Mangande NIM 444 19 004 dan Satria Julianto Timbang NIM 444 19 023 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 29 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.  
NIP. 19590913 198803 1 001

Pembimbing II



Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi





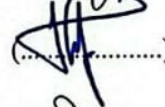
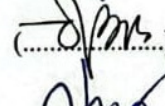
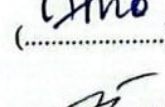
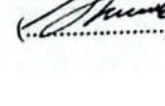
Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T.  
NIP. 19760413 200812 1 003

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Jum'at tanggal 1 September 2023, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi mahasiswa : Ananta Mandoa Mangande NIM 444 19 004 dan Satria Julianto Timbang NIM 444 19 023 dengan judul "Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch".

Makassar, 1 September 2023

Tim Ujian Sidang Skripsi:

1. Ir. Lewi, M.T.	Ketua	
2. Ir. Remigius Tandioga, M.Eng.Sc	Sekretaris	
3. Imran Habriansyah, S.ST.,M.T.	Anggota	
4. Abram Tangkemanda, S.T., M.T.	Anggota	
5. Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T.,M.T.	Anggota	
6. Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka ,M.T.	Anggota	

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun judul penelitian tugas akhir yang penulis ambil adalah **“Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch”**.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mekatronika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang yang dilaksanakan mulai bulan Maret 2023 sampai dengan bulan Agustus 2023.

Penyusun menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan baik dan lancar sebagaimana mestinya. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan banyak terima kasih kepada:

1. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan semangat dan doa.
2. Bapak Ir. Ilyas Mansyur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Dr. Ir. Syahrudin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang .
4. Bapak Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mekatronika.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Simon Ka’ka, M.T. sebagai pembimbing I dan Bapak

Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. sebagai pembimbing II yang telah dengan ikhlas memberikan petunjuk , bimbingan, arahan, dan dukungan selama kami menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Dosen-dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mekatronika yang telah mendidik dan memberikan semangat sehingga skripsi ini dapat dikerjakan dan diselesaikan.

7. Teman-teman seperjuangan D-4 Teknik Mekatronika Angkatan 2019 yang selalu membantu, bekerjasama, dan memberikan semangat kepada penulis hingga saat ini juga susah senang selalu bersama.

8. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis panjatkan doa semoga Tuhan berkenan melimpahkan berkah dan rahmat-Nya membalas budi Bapak/Ibu sekalian. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan baik isi maupun penyajiannya sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun yang penyusun harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Makassar, September 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	hlm
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
SURAT PERNYATAAN.....	xv
RINGKASAN .....	xvi
SUMMARY.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Cara Kerja Suspensi.....	5
2.1.1 Suspensi Pasif.....	5
2.1.2 Suspensi Aktif .....	7

2.2 Mekanisme Suspensi Pasif dan Kondisi Struktur Pembenanan	
Seperempat Kendaraan .....	7
2.3 Sistem Pneumatik Pada Alat Uji Suspensi.....	8
2.3.1 Silinder Kerja Ganda.....	8
2.3.2 Kompresor Listrik .....	10
2.3.3 Katup Selenoid 5/2 .....	11
2.3.4 <i>Fitting</i> Pneumatik.....	13
2.3.5 Selang Pneuamtik.....	13
2.4 Sistem Penggerak Roda .....	14
2.5 Komponen Mekanik Sistem Penggerak Roda .....	14
2.5.1 Roda Gigi dan Rantai .....	14
2.5.2 Driver <i>Roller</i> dan Kerangka Badan.....	16
2.6 Komponen Elektrik Sistem Uji Suspensi pada Alat Uji Suspensi....	16
2.6.1 Arduino Uno.....	16
2.6.2 Sensor Ultrasonik .....	19
2.6.3 <i>Liquid Crystal Display</i> .....	20
2.6.4 Modul SD Card.....	21
2.6.5 Motor BLDC .....	22
2.6.6 Catu Daya.....	24
2.6.7 Limit Switch.....	24
2.6.8 Sensor Proximity.....	26
2.7 Perhitungan Daya Pada Motor .....	27
2.7.1 Torsi Motor .....	27
2.7.2 Daya Motor .....	28
2.7.3 Kontrol Kecepatan Motor.....	30

2.8 Penelitian Terkait.....	32
1    Desain Dan Analisis Kendali Sistem Suspensi Menggunakan PID Dan Logika Fuzzy Dengan Simulink MATLAB .....	32
2.    Studi Sistem Kontrol Suspensi Dengan Pemodelan Delapan DOF Untuk Memperbaiki Kinerja Perilaku Arah Kendaraan .....	33
3.    Kendali Mode Luncur Pada Sistem Suspensi Aktif Dengan Simulasi MATLAB.....	34
4.    Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity Pr18-8dn Pada <i>Wood Sanding Machine</i> .....	35
5.    Analisis Sistem Suspensi Mobil Menggunakan Kendali Logika Fuzzy.....	36
2.9 Road Map Penelitian Alat Uji Suspensi.....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	41
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.3 Diagram Alir Perencanaan dan Peningkatan .....	42
3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian.....	43
3.5 Perancangan dan Pembuatan Elektropneumatik.....	44
3.5.1 Desain Diagram Skematik Fluidsim Elektropneumatik.....	44
3.5.2 Diagram Blok Elektropneumatik .....	46
3.6 Langkah-langkah Pengujian Alat dan pengambilan Data.....	47
3.6.1 Flowchart Pengujian Alat dan Pengambilan Data.....	47
3.6.2 Pengujian dan Pengambilan Data.....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Penelitian dan Eksperimen .....	51



4.2 Data Hasil dan Pembahasan.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	68



## DAFTAR TABEL

hlm.

Tabel 2.1 Deskripsi Spesifikasi Board Arduino Uno ..... 17

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian ..... 43

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan ..... 44



## DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Model Suspensi. (a) Pasif (b) Aktif .....	6
Gambar 2.2 Model Suspensi Pasif pada Seperempat Kendaraan .....	8
Gambar 2.3 Silinder Kerja Ganda.....	9
Gambar 2.4 Silinder Kerja Ganda DSBC-63-140-PPVA-N3 .....	10
Gambar 2.5 Kompresor Listrik.....	11
Gambar 2.6 Simbol Katup Selenoid 5/2 .....	12
Gambar 2.7 Katup Solenoid 5/2.....	12
Gambar 2.8 Jenis-Jenis Fitting Pneumatik.....	13
Gambar 2.9 Selang Pneumatik 8 mm.....	13
Gambar 2.10 Belt Conveyor .....	14
Gambar 2.11 Roda Gigi .....	15
Gambar 2.12 Driver Roller dan Kerangka Badan.....	16
Gambar 2.13 Arduino Uno.....	19
Gambar 2.14 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	19
Gambar 2.15 Alphanumeric LCD 16x2.....	20
Gambar 2.16 Modul Micro SD .....	21
Gambar 2.17 Motor BLDC .....	23
Gambar 2.18 Catu Daya.....	24
Gambar 2.19 Simbol dan bentuk Limit Switch.....	25
Gambar 2.20 Konstruksi dan Simbol limit Switch .....	25
Gambar 2.21 Reed Switch .....	26

Gambar 2.22 Cara Kerja Proximity Sensor.....	27
Gambar 2.23 Hubungan Antara Torsi, Gaya dan Jarak .....	28
Gambar 2.24 Sistem ¼ aktif suspensi kendaraan.....	33
Gambar 2.25 Pemodelan sistem suspensi 8 dof .....	34
Gambar 2.26 Suspensi Aktif .....	35
Gambar 2.27 Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity pr18-8dn pada Wood Sanding Machine.....	36
Gambar 2.28 Model sistem suspensi aktif seperempat mobil.....	37
Gambar 2.29 Alat Uji Suspensi 2019.....	39
Gambar 2.30 Alat Uji Suspensi 2020.....	39
Gambar 2.31 Alat Uji Suspensi 2021.....	39
Gambar 2.32 Alat Uji Suspensi 2022.....	39
Gambar 2.33 Pembuatan dan Pemakaian Skematik 2022.....	40
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan dan Peningkatan.....	42
Gambar 3.2 Diagram Metode Penelitian.....	43
Gambar 3.3 Pembuatan dan Pemakaian Skematik 2023.....	45
Gambar 3.4 Diagram Blok Elektropneumatik .....	46
Gambar 3.5 Flowchart Pengujian Alat dan Pengambilan Data.....	48
Gambar 4.1 Tiga Silinder Pneumatik yang digunakan pada Alat Uji Suspensi ..	51
Gambar 4.2 Sensor Mendeteksi Pergerakan Pada Silinder .....	52
Gambar 4.3 Rangkaian Elektropneumatik .....	53
Gambar 4.4 Arduino Pada <i>Panel Box</i> .....	54
Gambar 4.5 Letak Sensor Ultrasonik Pada Alat Uji Suspensi .....	54

Gambar 4.6 Tampilan LCD.....	55
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Jarak Simpangan Beban Awal dan Beban Dinamis .....	56
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Gaya Pada Simpangan .....	58
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Massa Pada Simpangan .....	60
Gambar 4.10 Jarak Pada Simpangan Keseluruhan .....	62



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satria Julianto Timbang

NIM : 444 19 023

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau kutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Satria Julianto Timbang

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ananta Mandoa Mangande

NIM : 444 19 004

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau kutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2023

Ananta Mandoa Mangande

# **PENINGKATAN SISTEM PENGONTROLAN GERAK ALAT UJI SUSPENSI KENDARAAN RODA EMPAT MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY SWITCH**

## **RINGKASAN**

Sistem suspensi mempunyai peranan penting dalam memperoleh kenyamanan dalam berkendara dengan meminimumkan efek gangguan eksternal yang diterima berupa ketidaramatan jalan. Sistem suspensi dirancang untuk menahan getaran akibat benturan roda dengan kondisi jalan. Selain itu, sistem suspensi juga diharapkan mampu untuk membuat keseimbangan saat tikungan, sehingga mudah dikendalikan.

Penelitian ini berupaya untuk meningkatkan sistem pengontrolan pada alat uji suspensi dengan mengoptimalkan kinerja aktuator pneumatik menggunakan sensor proximity switch. Selain itu, juga meningkatkan mekanisme pengontrolan alat uji suspensi menggunakan sensor proximity dengan menempatkannya pada silinder pneumatik sehingga cepat memberikan respon yang baik. Sistem kontrol elektropneumatik menggunakan sumber tenaga udara bertekanan dari kompresor dan juga berasal dari sumber tenaga listrik dengan kapasitas tegangan 24 Volt DC. Dalam tugas akhir ini, sensor proximity switch digunakan dalam mengontrol elektropneumatik yang ditempelkan pada silinder kerja ganda. Sensor proximity akan meneruskan sinyal pada elektropneumatik yang selanjutnya mengontrol udara bertekanan yang digunakan untuk menggerakkan aktuator pneumatik. Aktuator pneumatik dihubungkan dengan body arm dan menekannya sehingga menimbulkan beban serta simpangan terhadap suspensi. Besarnya simpangan, beban, serta gaya yang ditimbulkan oleh 3 buah aktuator pneumatik jenis silinder kerja ganda terhadap suspensi, diukur oleh sensor ultrasonik dan ditampilkan pada LCD yang berukuran 16x2.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengontrolan menggunakan sensor proximity switch dapat mengontrol sistem kerja dari 3 buah silinder kerja ganda sehingga mampu menjadi beban awal dan beban dinamis bagi suspensi.



# **MOTION CONTROL SYSTEM IMPROVEMENT OF FOUR-WHEEL VEHICLE SUSPENSION TOOLS USING PROXIMITY SWITCH SENSORS**

## **SUMMARY**

The suspension system has an important role in obtaining driving comfort by minimizing the effects of external disturbances received in the form of road unevenness. The suspension system is designed to withstand vibrations caused by wheel collisions with road conditions. In addition, the suspension system is also expected to be able to make balance when cornering, so that it is easy to control.

This research seeks to improve the control system on the suspension test equipment by optimizing the performance of pneumatic actuators using proximity switch sensors. In addition, it also improves the control mechanism of the suspension test tool using a proximity sensor by placing it on a pneumatic cylinder to quickly provide a good response. The electropneumatic control system uses a compressed air power source from a compressor and also comes from an electric source with a voltage capacity of 24 Volts DC. In this final project, a proximity switch sensor is used to control an electropneumatic attached to a double acting cylinder. The proximity sensor will transmit a signal to the electropneumatic which then controls the compressed air used to drive the pneumatic actuator. The pneumatic actuator is connected to the body arm and presses it, causing a load and a drift against the suspension. The amount of displacement, load, and force generated by 3 pneumatic actuators of the double acting cylinder type against the suspension, is measured by an ultrasonic sensor and displayed on a 16x2 LCD.

Based on the results of the research and discussion, it can be concluded that the control using a proximity switch sensor can control the working system of 3 double acting cylinders so that they can be the initial load and dynamic load for the suspension.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kenyamanan berkendara sudah menjadi tuntutan bagi para pengendara. Kondisi ideal yang ingin diperoleh dalam kenyamanan adalah dalam kabin kendaraan yang diam ditempat walaupun ada gangguan yang disebabkan ketidak rataan jalan. Tetapi kondisi ini tidaklah mungkin dicapai, sehingga pendekatan yang ditempuh adalah meminimumkan efek gangguan yang berupa ketidak rataan jalan dengan memasang sistem suspensi diantara roda dan kendaraan.

Sistem suspensi pada kendaraan memegang peranan penting dalam memperoleh kenyamanan, selain dapat mempengaruhi kestabilan kendaraan dan daya lekat ban pada jalan, sistem suspensi berfungsi juga untuk mengurangi getaran pada kabin kendaraan yang disebabkan oleh ketidak rataan jalan. Sistem suspensi dirancang untuk menahan getaran akibat benturan roda dengan kondisi jalan. Selain itu, sistem suspensi juga diharapkan mampu untuk membuat keseimbangan saat tikungan, sehingga mudah dikendalikan. Dengan sistem suspensi juga, getaran akibat kerja mesin dapat diredam, saat roda-roda menerima kejutan dari permukaan jalan, maka akan diteruskan ke *lower* maupun *upper arm*, lalu gaya tersebut ditahan oleh pegas dan mengakibatkan terjadinya pemendekan dan pemanjangan pegas, kemudian gaya pemegasan diperhalus oleh peredam getaran (*shock absorber*) agar tidak terjadi oksilasi berlebihan. Hal ini memungkinkan roda-roda tetap menapak pada jalan.

Suspensi merupakan salah satu alat yang sangat penting dalam setiap kendaraan. Selain memberikan kenyamanan, juga menunjang keamanan dan keselamatan agar pengemudi atau penumpang dapat merasakan kestabilan pada saat berkendara. Sangat banyak jenis sistem suspensi pada kendaraan antara lain suspensi *machpherson stut*, suspensi *double wishbone*, suspensi *multi link*, suspensi *rigid-leafspring*, suspensi *three link-rigid*, suspensi *trailing arm*, suspensi *pneumatic*, suspensi udara, dan lain-lain.

Umumnya suspensi memiliki tiga komponen utama yaitu pegas, peredam kejut, dan lengan suspensi. Fungsi spesifik dari suspensi yaitu menyerap getaran oksilasi dan kejutan, menopang beban, memelihara geometris roda, menambah traksi roda, dan meneruskan gaya gerak pengereman.

Pada hasil penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengembangan Pengontrolan Elektropneumatik Pada Mekanisme Kerja Alat Uji Suspensi “ oleh Rezky Syafchirin Jacobilly Adji dan Rihlah Wanadri Hadriansyah pada tahun 2022 telah mengupayakan pengembangan alat uji suspensi dalam rana pengontrolan elektropneumatik. Namun terdapat kendala yaitu pada bagian silinder pneumatik yang terpasang *limit switch* tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. *Limit switch* terkadang tidak dapat mendeteksi pergerakan yang terjadi pada silinder sehingga menghambat terjadinya pembebanan terhadap *body arm*. Selain itu *limit switch* bersifat eksternal sehingga membutuhkan kontak fisik dengan silinder pneumatik yang kemudian akan memberikan respon yang lambat. Berdasarkan hal tersebut penulis berupaya untuk meningkatkan sistem pengontrolan pada alat uji suspensi dengan mengoptimalkan kinerja aktuator pneumatik tersebut. Dengan

mempertimbangkan hal tersebut maka penulis mengangkat judul “Peningkatan Sistem Pengontrolan Gerak Alat Uji Suspensi Kendaraan Roda Empat Menggunakan Sensor Proximity Switch”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengontrol aktuator pneumatik supaya suspensi pada kendaraan dapat bekerja dengan baik ?
2. Bagaimana membuat mekanisme pengontrolan alat uji suspensi menggunakan sensor proximity dengan menempatkannya pada silinder pneumatik agar cepat memberikan respon yang baik ?

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Agar tidak terjadi perluasan pembahasan mengenai penelitian ini, maka penulis memberikan beberapa batasan diantaranya:

1. Pengembangan dilakukan pada alat uji suspensi di Laboratorium Mekatronika & Sistem Otomasi PNUP dan Laboratorium Riset Pascasarjana PNUP
2. Silinder pneumatik untuk memberikan pembebanan awal dan juga pembebanan dinamis.
3. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi pergerakan pada silinder pneumatik
4. Sensor ultasonik dan Arduino untuk memonitoring seberapa besar simpangan yang terjadi terhadap pegas.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

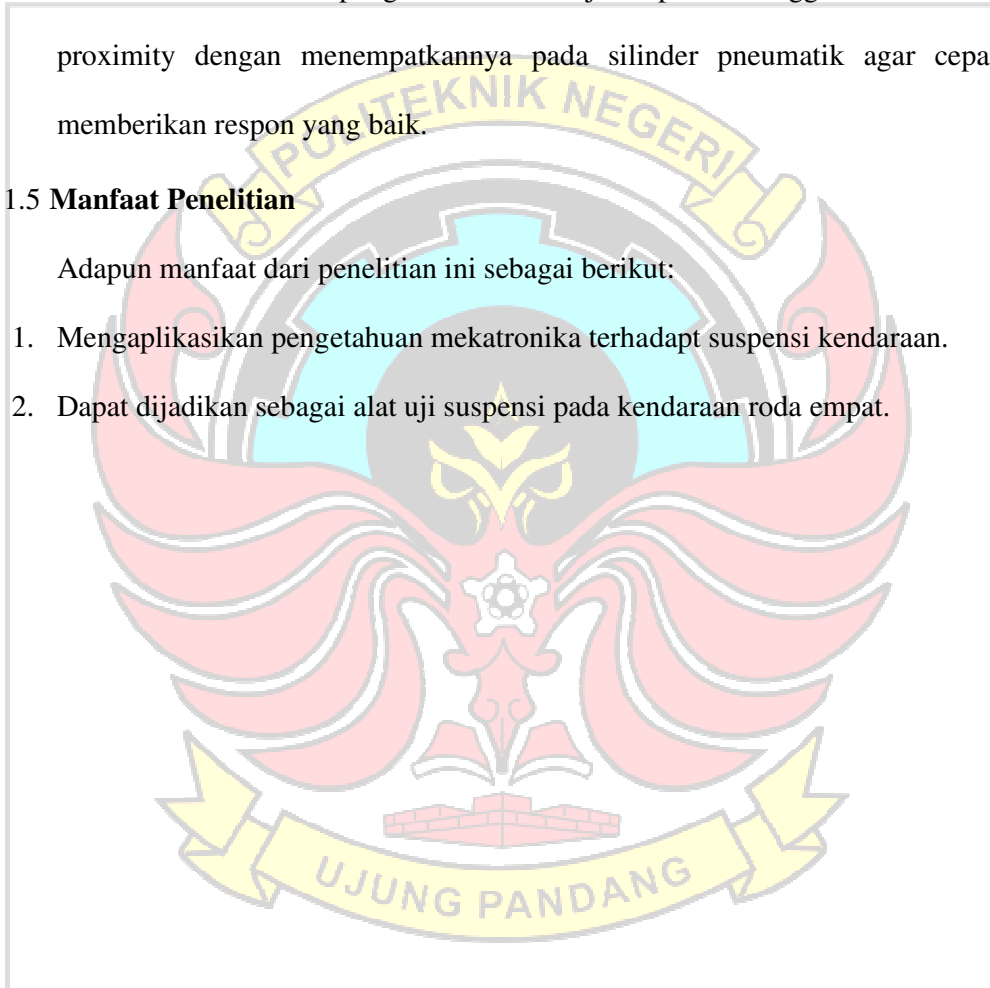
Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang adalah untuk:

1. Mengontrol aktuator pneumatik supaya suspensi pada kendaraan dapat bekerja dengan baik.
2. Membuat mekanisme pengontrolan alat uji suspensi menggunakan sensor proximity dengan menempatkannya pada silinder pneumatik agar cepat memberikan respon yang baik.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan pengetahuan mekatronika terhadap suspensi kendaraan.
2. Dapat dijadikan sebagai alat uji suspensi pada kendaraan roda empat.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cara Kerja Suspensi

Pengguna (pengendara dan penumpang) kendaraan harus memperhatikan faktor utama yaitu kenyamanan berkendara. Setiap kendaraan pasti mengalami getaran atau guncangan yang diakibatkan baik dari mesin kendaraan atau karena kondisi jalan yang tidak rata. Untuk mengurangi getaran atau guncangan, setiap kendaraan perlu dilengkapi dengan sistem suspensi. Menurut Jumadiko (2013) menyatakan bahwa "apabila salah satu komponen sistem suspensi mengalami gangguan, maka akan terjadi hal yang tidak diharapkan, sehingga kenyamanan pengendara tidak akan dapat tercapai".

Secara umum sistem suspensi terdiri atas 3 komponen yaitu pegas, peredam kejut, dan lengan suspensi. Fungsi utama sistem suspensi adalah (Crouse, 1993):

1. Penyangga Berat Kendaraan
2. Memberikan kenyamanan pengendara terhadap kondisi jalan yang dilalui
3. Menjaga traksi roda terhadap permukaan jalan
4. Menjaga kesejajaran roda

Sistem suspensi terbagi menjadi dua, yaitu sistem suspensi pasif dan sistem suspensi aktif.

#### 2.1.1 Suspensi Pasif

Kebanyakan kendaraan pada saat ini masih menggunakan suspensi aktif. Sistem suspensi pasif, komponen yang digunakan masih konvensional dan memiliki karakteristik tetap, yaitu pegas yang tidak dapat dikontrol secara

bersamaan dengan peredam penyerap getaran (Bagus dkk, 2013). Jadi sistem suspensi pasif ini memiliki konstanta peredaman dengan nilai tertentu (tetap), sehingga memiliki tingkat kenyamanan dan keamanan yang tidak dapat dinamis berubah mengikuti kondisi permukaan jalan yang dilalui oleh kendaraan. Susunan sistem suspensi tersebut diperlihatkan pada Gambar 1, dengan:

1. Massa *spring* [ $m_s$ ],
2. Massa unspring [ $m_u$ ],
3. Pegas suspensi [ $k_s$ ],
4. Pegas model [ $k_t$ ],
5. Peredam kejut [ $c_s$ ]



Rumus simpangan getaran bebas dirumuskan oleh Peacock (2007) seperti pada persamaan di bawah ini :

$$F(t) = m.a(t) + c.v(t) + k.x(t) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

F(t) : Gaya yang terjadi [N]

T : Waktu [s]

M : Massa benda [kg]

a(t) : Percepatan [ $m/s^2$ ]

c : Konstanta dumper [Ns/m]

v(t) : Kecepatan [m/s]

k : Konstanta pegas [N/m]

x(t) : Jarak [m]

### 2.1.2 Suspensi Aktif

Saat ini, suspensi aktif ditandai dengan aktuator hidrolik yang ditempatkan secara seri (*low bandwidth*) atau paralel (*high bandwidth*) dengan pegas dan peredam. Pegas dan peredam merupakan komponen utama yang menyusun suatu sistem suspensi, yang berfungsi untuk menopang badan kendaraan, meredam getaran ketika kendaraan berinteraksi dengan jalan (Bagus dkk, 2013). Analog yang langsung dapat dihubungkan dengan rangkaian Analog to Digital Converter (ADC).

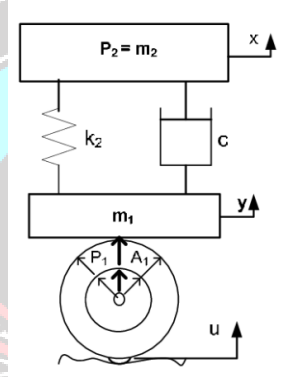
## 2.2 Mekanisme Suspensi Pasif dan Kondisi Struktur Pembebanan

### Seperempat Kendaraan

Mekanisme suspensi pasif dan kondisi struktur pembebanan seperempat kendaraan ditunjukkan pada Gambar 2.3. Berat badan kendaraan (mass spring),  $m_2$ ,



dengan kekakuan pegas,  $k_2$ , dan koefisien redaman,  $c$ , akan membebani poros roda kendaraan (mass unsprung),  $m_1$ , selanjutnya memberikan gaya aksi terhadap kontur permukaan jalan. Kendaraan kategori sedang: memiliki beban sumbu,  $m_1 = 480$  kg sampai 600 kg, dan berat kendaraan,  $m_2 = 1185$  kg sampai 1990 kg. Kondisi pembebanan lebih (overload), tergantung pada nilai konstanta,  $k$ , dan beban sumbu  $m_1$ -L [kg, ton] untuk setiap jenis kendaraan. Besarnya nilai  $k$  untuk sumbu tunggal:  $k = 1$ , sumbu ganda:  $k = 0,086$  dan sumbu triple:  $k = 0,031$  (Ka'ka dkk, 2018).



Gambar 2.2 Model Suspensi Pasif pada Seperempat Kendaraan (Sumber : <https://eprints.umm.ac.id/40885/3/BAB%20II.pdf>)

### 2.3 Sistem Pneumatik Pada Alat Uji Suspensi

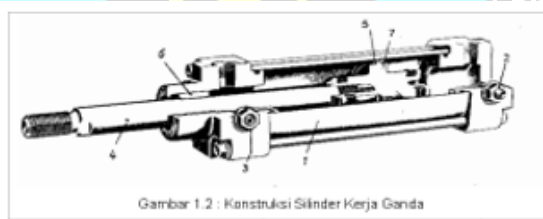
Elektropneumatik pada hakekatnya terdiri dari dua sistem pengontrolan, yaitu sistem pneumatik dan elektropneumatik. Pengontrolan sistem pneumatik menggunakan sumber tenaga dari udara bertekanan. Sedangkan sistem elektropneumatik menggunakan sumber tenaga disamping udara bertekanan, juga berasal dari sumber tenaga listrik dengan kapasitas tegangan dan daya yang relatif kecil. Adapun berbagai komponen elektropneumatik yaitu:

#### 2.3.1 Silinder Kerja Ganda

Menurut Muhammad Subhan (2016:52) menyatakan bahwa “silinder kerja

ganda (*double acting cylinder*), merupakan silinder yang memiliki dua *port* untuk *instroke* dan *outstroke*". Cara kerja silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali ke posisi awal (menarik ke dalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.

Penerapan fungsi silinder kerja ganda memiliki beberapa keunggulan yaitu, memiliki kekuatan ke kedua arah maju dan mundur, gaya yang dihasilkan konstan, *stroke* dapat lebih panjang bahkan dalam ukuran meter. Adapun kekurangannya yaitu setiap gerakan membutuhkan tekanan udara dan dalam hal kegagalan tekanan udara, tidak kembali ke titik awal.



Gambar 1.2 : Konstruksi Silinder Kerja Ganda

**Keterangan :**

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| 1. Batang / rumah silinder | 5. Seal    |
| 2. Saluran masuk           | 6. Bearing |
| 3. Saluran keluar          | 7. Piston  |
| 4. Batang piston           |            |

Gambar 2.3 Kerja Silinder Kerja Ganda  
(Sumber : Maswie (2000). Silinder Pneumatik

<https://maswie2000.wordpress.com/2007/11/03/silinder-pneumatik/>)

Adapun jenis silinder kerja ganda yang digunakan dalam penelitian ini yakni silinder kerja ganda merek Festo tipe DSBC-63-140-PPVA-N3 dengan diameter piston sebesar 63 mm seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.4 Silinder Kerja Ganda DSBC-63-140-PPVA-N3  
(Sumber : PT. Festo ,<https://www.mtapneumatics.com/en/Festo-Cylinder-DSBC-63-80-PPVA-N3-1-Available/m-22411.aspx>)

### 2.3.2 Kompresor Listrik

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Kompresor biasanya menggunakan motor listrik, mesin diesel atau mesin bensin sebagai tenaga penggerak.

Kompresor listrik berfungsi untuk membangkitkan atau menghasilkan udara bertekanan dengan cara menghisap dan memampatkan udara tersebut kemudian disimpan kedalam tangki udara yang merupakan bagian dari kompresor listrik itu sendiri untuk disuplai kepada objeknya. Tangki atau tabung dari kompresor listrik dibuat untuk menyimpan udara bertekanan, sehingga udara dapat mencapai jumlah dan tekanan yang diperlukan. Tabung dari kompresor listrik ini juga dilengkapi dengan katup pengaman yang akan terbuka secara otomatis untuk melepaskan tekanan angin pada tabung/tangki

saat tekanan udara pada tabung/tangki kompresor listrik tersebut melebihi kapasitasnya.



Gambar 2.5 Kompresor Listrik

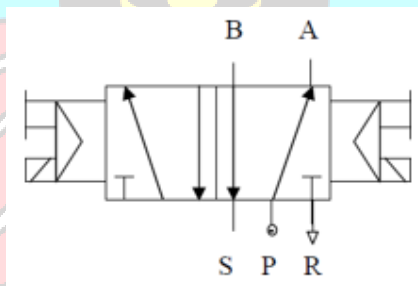
### 2.3.3 Katup Selenoid 5/2

Menurut Noor Hudallah (2010:13), menyatakan bahwa “untuk mengendalikan suatu sistem pneumatik bisa dilakukan dengan kendali listrik. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya katup elektro-pneumatik yang disebut katup solenoid atau sering hanya disebut solenoid saja. Solenoid terdiri atas sebuah kumparan kawat yang bila dialiri listrik akan menghasilkan suatu medan magnet di sekelilingnya. Pada banyak aplikasi pneumatik, solenoid ini lebih banyak dipakai dibanding komponen pneumatik. Solenoid menjadi pilihan dalam aplikasi sistem pneumatik karena memiliki keunggulan-keunggulan (Patient, 1985:59):

1. Jangkauan pengiriman isyarat listrik lebih jauh dibanding dengan jangkauan isyarat pneumatik.
2. Isyarat listrik lebih cepat bereaksi daripada isyarat pneumatik.
3. Energi yang digunakan untuk isyarat pengendalian dengan listrik lebih kecil dibanding jika digunakan isyarat pneumatik.
4. Isyarat listrik dan elektronik lebih efisien dibanding isyarat pneumatik.
5. Komponen-komponen yang digunakan dalam isyarat pengendalian dengan listrik dan elektronik lebih murah dan lebih hemat ruangan dibanding

komponen-komponen pneumatik.

Katup solenoid 5/2 mempunyai bagian dalam yang terdiri dari lima saluran dandua ruangan. Dalam solenoid ini terdapat dua *output* yang mana ke salah satu *output*-nya bekerja sebelum solenoidnya mendapat tegangan dan arus dan sistem solenoid *valve* ini terdapat *spring* yang mempunyai fungsi sebagai penarik kembali batang pelat yang ada dalam *valve*-nya untuk menyalurkan tekanan pneumatik pada fungsi *output* yang bekerja pada saat solenoid tidak mendapat tegangan dan arus. Waktu solenoidnya mendapat tegangan dan arus, induksi yang terjadi dalam solenoid tersebut menarik batang pelat yang mempunyai gaya tarik lebih besar dari gaya *spring* dan akibatnya sumber *supply input* menyalurkan *supply*-nya pada *output* yang lainnya, akibatnya *output* yang satunya dapat aktif.



Gambar 2.6 Simbol Katup Solenoid 5/2  
(Sumber : <https://abi-blog.com/solenoid-valve/>)

Adapun jenis katup solenoid 5/2 yang digunakan dalam penelitian ini yakni katup solenoid 5/2 dengan tegangan DC 24 [v].



Gambar 2.7 Katup Solenoid 5/2

#### 2.3.4 Fitting Pneumatik

*Fitting* pneumatik menyediakan *link* penting antara komponen dalam sistem pneumatik. *Spare part* ini mengakomodasi konektor dan *tubing* pada sistem pneumatik. Adapun berbagai jenis *fitting* pneumatik yang digunakan tergantung pada kebutuhan mekanisme sistem pneumatik.



Gambar 2.8 Jenis-Jenis Fitting Pneumatik

(Sumber : <https://www.indonetwork.co.id/product/neple-fitting-pneumatic-3191864>)

#### 2.3.5 Selang Pneuamtik

Selang Pneumatik juga merupakan komponen penting dalam sistem pneumatik. Agar udara bertekanan yang disuplai dari kompresor dapat mengisi tabung pneumatik dan membuat piston dalam silinder dapat bergerak maju, dibutuhkan selang pneumatik sebagai penghubung antara tiap-tiap komponennya.



Gambar 2.9 Selang Pneumatik 8 mm

## 2.4 Sistem Penggerak Roda

*Belt Conveyor* adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Conveyor banyak nandadipakai di industri untuk transportasi baang yang jurmlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Conveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyakdan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem conveyor mempunyai nilai ekonomis (Suluhito, 2012). Dimana dalam penelitian tugas akhir ini Belt Conveyor digunakan sebagai simulasi jalan raya yang kecepataannya dikontrol menggunkan driver motor.



Gambar 2.10 Belt Conveyor  
(Sumber : <https://casatraining.id/training-online-operasi-belt-conveyor-untuk-industri/>)

## 2.5 Komponen Mekanik Sistem Penggerak Roda

### 2.5.1 Roda Gigi dan Rantai

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak

daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya, selain itu roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat transmisi lainnya,yaitu

- a. Sistem transmisinya lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan daya yang besar.
- b. Sistem yang kompak sehingga konstruksinya sederhana.
- c. Kemampuan menerima beban lebih tinggi.
- d. Efisiensi pemindahan dayanya tinggi karena faktor terjadinya slip sangat kecil.
- e. Kecepatan transmisi roda gigi dapat ditentukan sehingga dapat digunakan dengan pengukuran yang kecil dan daya yang besar.

Roda gigi harus mempunyai perbandingan kecepatan sudut tetap antara dua poros. Di samping itu terdapat pula roda gigi yang perbandingan kecepatan sudutnya dapat bervariasi. Ada pula roda gigi dengan putaran yang terputus-putus. Dalam teori, roda gigi pada umumnya dianggap sebagai benda kaku yang hampir tidak mengalami perubahan bentuk dalam jangka waktu lama (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1983). Rantai merupakan pasangan dari roda gigi yang menghubungkan 2 roda gigi.



Gambar 2.11 Roda Gigi  
(Sumber : Slideserve, 2011 )



### 2.5.2 Driver *Roller* dan Kerangka Badan

- a. Driver *Roller* mempunyai fungsi sebagai pemindah barang yang akan ditransportasikan. Saat *roller* berputar diupayakan tidak bergetar agar tidak merusak barang yang ditransportasikan. Dimensi *roller* juga harus sama agar yang diangkut tidak tersedat dan *roller* dapat menempu barang dengan sempurna.
- b. Kerangka Badan mempunyai fungsi untuk menopang *roller* agar lokasi *roller* tidak berpindah-pindah. Pemasangan *roller* dengan kerangka badan ini harus pas agar tidak terjadi getaran yang tidak diinginkan saat *roller* berputar. Selain itu, kerangka badan ini juga menentukan jarak antara *roller* yang sesuai agar unit yang akan ditransportasikan tidak jatuh.



Gambar 2.12 Driver *Roller* dan Kerangka Badan

## 2.6 Komponen Elektrik Sistem Uji Suspensi pada Alat Uji Suspensi

### 2.6.1 Arduino Uno

Menurut Kamelia dan Muhammad Surjana Sudariat (2019) menyatakan bahwa “Arduino uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan

board Arduino uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan ac ke adaptor dc atau baterai untuk menjalankannya”.

Tabel 2.1 Deskripsi Spesifikasi Board Arduino Uno

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Mikrontroller	Atmega 328
2	Tegangan Pengoperasian	5 [V]
3	Tegangan Input yang Disarankan	7-12 [V]
4	Batas Tegangan Input	6-20 [V]
5	Jumlah I/O digital	14 pin digital ( 6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
6	Jumlah pin Input Analog	6 pin
7	Arus DC tiap pin I/O	40 [mA]
8	Arus DC untuk pin 3,3 v	50 [mA]
9	Memori Flash	32 [KB] (ATmega 328) sekitar, 5 [KB] digunakan oleh bootloader
10	SRAM	2 [KB] (ATmega 328)
11	EPROM	1 [KB] (ATmega 328)
12	Clock Speed	16 [MHz]

Masing-masing dari 14 pin *digital* yang terdapat pada Arduino uno dapat

digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode ()*, *digitalWrite ()*, dan *digitalRead ()*, beroperasi dengan daya 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up*

resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip serial ATmega8U2 USB-to-TTL.

2. Eksternal menyela: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (attachInterrupt) fungsi untuk rincian lebih lanjut.

3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi analogWrite ().

4. SPI: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.

5. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Wire.

2. Aref. Tegangan referensi (0 sampai 5 V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference ().

3. Reset. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler. Pemrograman arduino uno dapat diprogram dengan menggunakan software Arduino.



Gambar 2.13 Arduino Uno  
(Sumber : <https://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>)

### 2.6.2 Sensor Ultrasonik

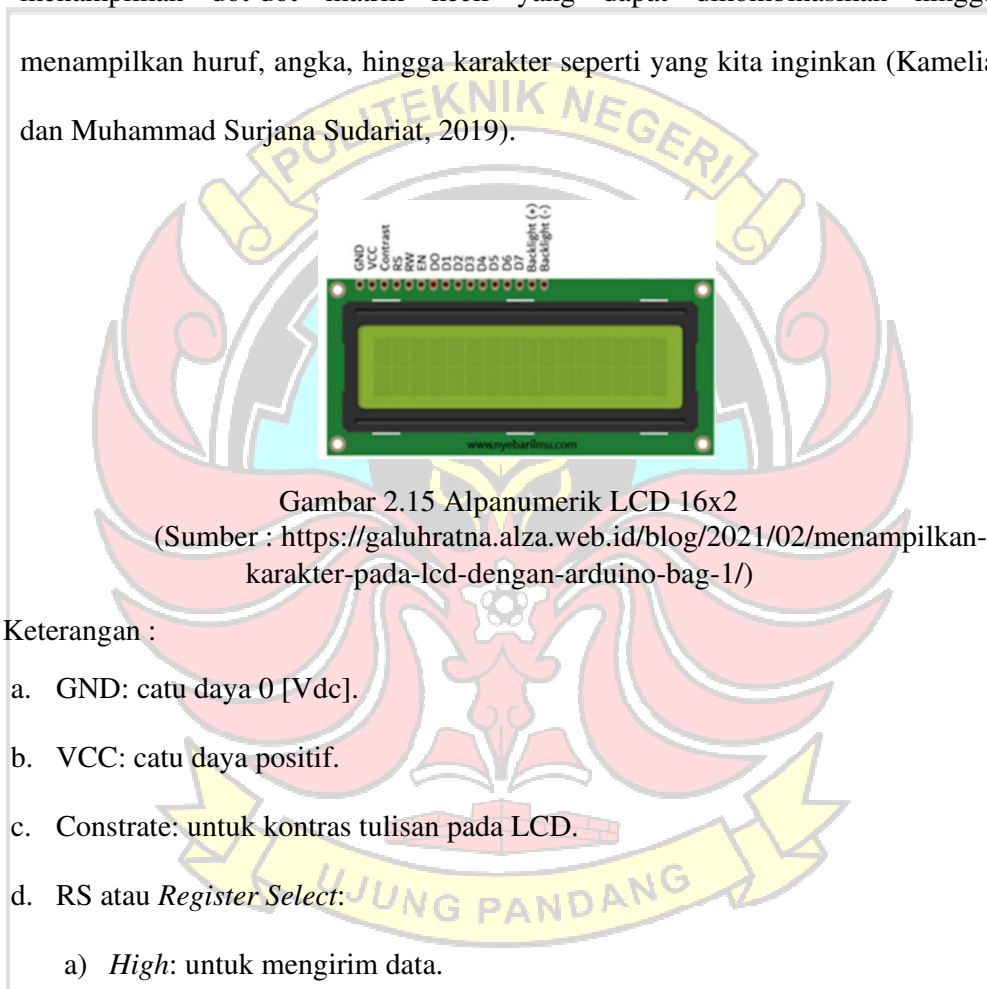
Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2 cm – 4 m dengan akurasi 3 mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda (Kamelia dan Muhammad Surjana Sudariat, 2019: 17)



Gambar 2.14 Sensor Ultrasonik HC-SR04  
(Sumber : <https://teknisibali.com/cara-program-sensor-ultrasonic-hc-sr04-arduino/>)

### 2.6.3 Liquid Crystal Display

Display status yang umum digunakan untuk melihat kondisi kontrol atau informasi yang kita inginkan yaitu alphanumeric *Liquid Crystal Display* (LCD). Perangkat ini dibuat dari bahan *Liquid Crystal* beresonansi yang mampu menampilkan dot-dot matrik kecil yang dapat dikombinasikan hingga menampilkan huruf, angka, hingga karakter seperti yang kita inginkan (Kamelia dan Muhammad Surjana Sudariat, 2019).



- f. Disambungkan dengan *LOW* untuk pengiriman data ke layar.
- g. E (enable): untuk mengontrol ke LCD ketika bernilai *LOW*, LCD tidak dapat diakses.
- h. D0 – D7 = Data Bus 0 – 7.
- i. Backlight + : disambungkan ke VCC untuk menyalakan lampu latar.
- j. Backlight – : disambungkan ke GND untuk menyalakan lampu latar

#### 2.6.4 Modul SD Card

Modul Micro SD Card merupakan modul untuk mengakses micro SD untuk pembacaan maupun penulisan data dengan menggunakan sistem antarmuka Serial *Parallel Interface* (SPI). Modul ini cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan media penyimpan data, seperti sistem absensi, sistem antrian, maupun sistem aplikasi data logging lainnya.



Gambar 2.16 Modul Micro SD  
(Sumber : Setiawan, 2011)

#### *Control Interface Module*

- a. GND : negatif *power supply*
- b. VCC : positif *power supply*
- c. MISO, MOSI, SCK : SPI bus
- d. CS : *chip select signal* pin Fitur dan spesifikasi

- e. Mendukung pembacaan kartu memori SD Card biasa ( $\leq 2$ [GB]) maupun SDHC card (*high-speed card*) ( $\leq 32$ [GB])
- f. Tegangan operasional dapat menggunakan tegangan 5[V] atau 3.3[V]
- g. Arus operasional yang digunakan yaitu 80mA (0.2~200[mA])
- h. Menggunakan antarmuka SPI

- i. Pada modul ini sudah terdapat 4 lubang baut guna untuk pemasangan pada rangkaian lainnya
- j. Ukuran modul yaitu 42 x 24 x 12 [mm]

Pengertian dari Micro SD Card yaitu kartu memori yang pada umumnya berukuran 11 x 15 [mm], dengan berbagai ukuran kapasitas yang digunakan untuk keperluan penyimpanan data maupun pembacaan data yang sudah ada didalamnya.

#### 2.6.5 Motor BLDC

Motor *Brushless* DC adalah salah satu jenis motor sinkron magnet permanen yang disuplai oleh sumber listrik DC pada kontrolnya, dan membutuhkan sumber listrik AC tiga fasa untuk menggerakkan bagian rotor motornya. Sumber listrik AC tiga fasa dibutuhkan karena motor sinkron magnet permanen ini memiliki 3 buah koil pada stator, kemudian hubungan antara koil dan belitan stator trapezoidal akan memberikan *electro motive back trapezoidal* (gaya gerak listrik balik trapezoidal) yaitu tegangan balik yang dihasilkan oleh belitan motor *brushless* DC yang akan menggerakkan rotor. Pergerakan pada rotor ini disebabkan oleh medan magnet pada stator yang pada setiap saatnya hanya dua fasa yang tersuplai sementara satu fasa lainnya tak tersuplai. Fenomena ini mengakibatkan motor ini seperti motor DC,

karena arus yang mengalir pada kumparan stator mirip dengan motor DC meskipun motor ini sebenarnya dialiri dengan arus tiga fasa.

Motor Brushless DC ini menggunakan sistem komutasi elektrik atau sering disebut *electronically comutated motor*. Sistem komutasi elektrik ini diartikan sebagai fungsi dari *switch electronic*. Komutator elektronik ini terdiri dari kombinasi transistor atau biasanya menggunakan MOSFET atau IGBT yang membutuhkan sinyal atau pulsa penyalan, dan dapat mengaktifkan koil dengan waktu yang tepat sehingga dapat menggerakkan motor.

Spesifikasi Motor BLCD

- a. Tegangan: 48V
- b. Daya: 1000 watt
- c. Torsi tanpa gear reduksi: 5 Nm
- d. Putaran tanpa gear reduksi: 2750 rpm
- e. Torsi dengan gear reduksi: 25 Nm
- f. Putaran dengan gear reduksi: 580



Gambar 2.17 Motor BLDC  
(Sumber : <https://www.electricisart-bogipower.com/2016/03/perbedaan-blcd-dan-brushed-dc-pada.html>)



### 2.6.6 Catu Daya

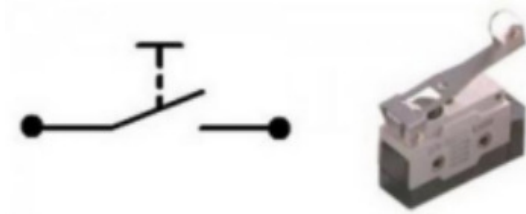
Sebuah catu daya adalah cara yang paling mudah untuk mendapatkan variasi tegangan DC dari sumber AC. Keluarannya sangat murni, berupa garis lurus ketika diamati pada CRO dan dapat divariasikan secara berkesinambungan biasanya dari nol sampai 48 [V]. Alat ini menyediakan sumber daya yang baik untuk pengetesan atau membuat rangkaian elektronika. Catu daya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 48 [V] 30[A].(Linsey Trevor, 2004).



Gambar 2.18 Catu Daya

### 2.6.7 Limit Switch

*Limit Switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *Limit Switch* sama seperti saklar *Push On* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. *Limit Switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *Limit Switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.

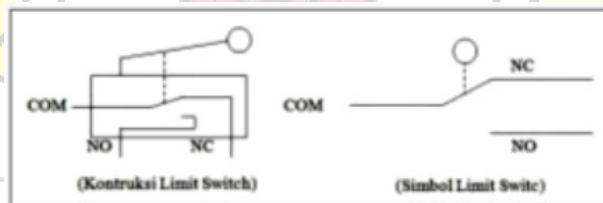


Gambar 2.19 Simbol dan bentuk Limit Switch  
 (Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/2770/3/BAB%20II.pdf>)

*Limit Switch* umumnya digunakan untuk :

- Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain
- Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek

Prinsip kerja *Limit Switch* daiktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian tersebut. *Limit Switch* memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan symbol *limit switch* dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 2.20 Konstruksi dan Simbol limit Switch  
 (Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/2770/3/BAB%20II.pdf>)

### 2.6.8 Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu obyek benda berdasarkan jarak benda tersebut terhadap sensor. Proximity sensor ini akan mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat berkisar 1 mm sampai beberapa centimeter dari sensor. Sensor ini sering diimplementasikan pada industry pabrik, perkantoran, dunia robot, dan lain-lain. Berdasarkan penggunaannya, sensor proximity merupakan sensor yang mampu mendeteksi keberadaan suatu obyek logam maupun non logam tanpa menggunakan kontak fisik. Sensor ini bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Ketika ada suatu obyek logam maupun non logam mendekat pada sensor dengan jarak yang cukup dekat maka sensor akan mendeteksi obyek dan menangkap sinyal sebagai tanda bahwa ada obyek yang melewati sensor.

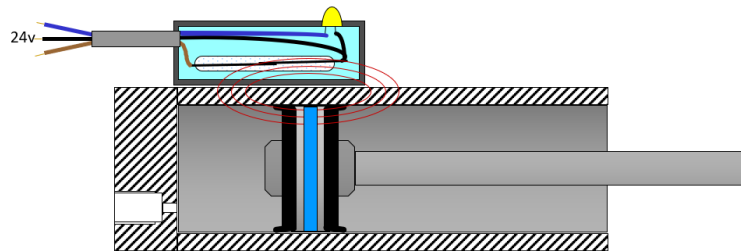


Gambar 2.21 Reed Switch

(Sumber : <https://www.directindustry.com/prod/festo/product-4735-432585.html>)

Pada alat uji suspensi ini menggunakan sensor proximity induktif. Jenis sensor ini digunakan untuk mendeteksi adanya sebuah logam. Sensor ini akan bekerja apabila terdapat suatu tegangan sumber, dan isolator pada sensor akan membangkitkan sebuah medan magnet dengan frekuensi tinggi. Dengan proses ini,

apabila terdapat sebuah bahan logam yang terdeteksi oleh permukaan sensor maka medan magnet yang di hasilkan akan berubah dan perubahan ini yang akan membuat sensor memberikan sinyal.



Gambar 2.22 Cara Kerja Proximity Sensor  
(Sumber : <https://www.slideshare.net/hebronashraf/sensors-32354062>)

## 2.7 Perhitungan Daya Pada Motor

### 2.7.1 Torsi Motor

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari- jari sebesar b, dengan data tersebut torsinya adalah:

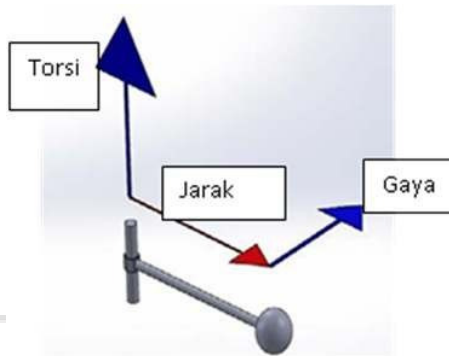
$$\tau = F \cdot r \text{ (N.m)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$\tau$ : Torsi [ N.m ]

F: Gaya sentrifugal benda yang berputar [ N ]

r: Jarak benda ke pusat torsi [ m ]



Gambar 2.23 Hubungan Antara Torsi, Gaya dan Jarak

### 2.7.2 Daya Motor

Daya pada mesin kendaraan bermotor adalah tenaga yang dihasilkan mesin tersebut. Daya ini di hasilkan oleh Torsi dan Kecepatan Sudut, dalam rumus:

$$P = \tau \cdot \omega \dots\dots\dots (3)$$

Pada Sistem satuan Internasional (SI):

P: daya [watt]

T: Torsi [Nm]

$\omega$ : kecepatan sudut [rad/s].

Jika diketahui bukan Kecepatan Sudut, melainkan Kecepatan Putaran (rpm), maka rumusnya menjadi:

$$P = \frac{\tau \omega 2\pi}{6000} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana satuan yang digunakan adalah

P : daya dalam kilowatt [kW]

$\tau$  : torsi dalam newton meter [Nm]

$\omega$  : kecepatan putaran [rpm]

Daya yang didapat pada rumus diatas masih dalam satuan kW, untuk mengubah ke satuan hp (*horsepower*), gunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\tau\omega 2\pi}{6000} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana satuan yang digunakan adalah

P : daya (hp)

$\tau$  : torsi (lbft)

$\omega$  : kecepatan putaran (rpm)

Lalu, Kecepatan Linier di dapat melalui Kecepatan Sudut pada *sprocket*, dengan rumus berikut:

$$V = \omega.r \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan

V: Kecepatan linier ( m/s )

$\omega$ : Kecepatan sudut ( rad/s )

r : Jari-jari roda ( m )

Karena Rumus diatas masih menggunakan kecepatan sudut (rad/s), maka untuk mengubah kecepatan putaran (rpm) menjadi kecepatan sudut (rad/s) gunakan rumus persamaan berikut:

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan

$\omega$  : Kecepatan sudut [rad /s]

N: Kecepatan Putaran Per Menit [rpm]

Kesimpulannya, dari Tenaga dan Torsi kita bisa mendapatkan kecepatan sudut yang nantinya digunakan untuk mendapatkan kecepatan linier.

### 2.7.3 Kontrol Kecepatan Motor

Terdapat beberapa rangkaian untuk mengatur laju putar motor. Sebenarnya penggunaan istilah pengaturan laju kurang tepat karena yang diubah adalah energi listrik menjadi torsi, sedangkan laju ditentukan oleh torsi dan bebannya. Terdapat dua teknik untuk menggerakkan (*drive*) motor yang pertama disebut analog drive yaitu suatu rangkaian interfacing yang digunakan untuk memperkuat sinyal dari pengatur (*controller*) agar cukup untuk menggerakkan motor, biasanya berupa *Linear Power Amplifier*, sedangkan teknik kedua adalah untuk menggerakkan motor dengan metode *Pulse-Width Modulation* (PWM). Pada teknik ini daya disuplai ke motor dalam bentuk pulsa DC dengan tegangan yang tetap. Lebar pulsa divariasikan untuk mengatur laju motor, semakin besar lebar pulsa maka semakin besar laju rata-rata motor. *Frekuensi* pulsa sangat besar sehingga membuat motor berputar secara halus.

Rumus Kecepatan Putaran Mesin

$$n_1 D_1 = n_2 D_2, n_2 = \frac{n_1 D_1}{D_2} = \left( \frac{n_1}{D_1} = \frac{D_2}{D_1} \right) \dots \dots \dots (8)$$

dimana:

$n_1$ : Putaran *Pulley* Penggerak [rpm]

$D_1$ : Diameter *Pulley* Penggerak [m]

$n_2$ : Putaran *Pulley* yang digerakkan [rpm]

$D_2$ : Diameter *Pulley* yang digerakkan [m]

Pada *Pulley* 1

$$\omega = \frac{2\pi n_1}{60} \dots\dots\dots(9)$$

$$V_1 = \omega_1 \cdot R_1 \dots\dots\dots(10)$$

$$= \frac{2\pi n_1}{60} \cdot R_1$$

Dimana

$R_1$ : Jari-jari *Pulley* penggerak [m]

$V_1$ : Kecepatan Linear V-belt [m/s]

$\omega_1$ : Kecepatan sudut pulley penggerak [rad/s]

Pada *Pulley* 2

$$\omega_2 = \frac{2\pi n_2}{60} \dots\dots\dots(11)$$

$$V_2 = \omega_2 \cdot R_2 \dots\dots\dots(12)$$

$$= \frac{2\pi n_2}{60} \cdot R_2$$

Dimana

$R_2$ : Jari-jari *Pulley* penggerak [m]

$V_2$ : Kecepatan Linear V-belt [m/s]

$\omega_2$ : Kecepatan sudut pulley penggerak [rad/s]

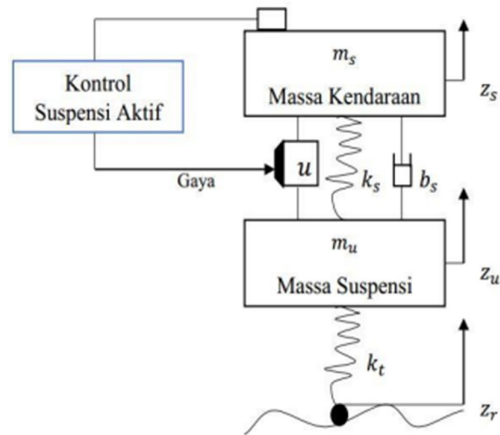




## 2.8 Penelitian Terkait

- 1 Desain Dan Analisis Kendali Sistem Suspensi Menggunakan PID Dan Logika Fuzzy Dengan Simulink MATLAB .

Sistem suspensi merupakan salah satu komponen mekanik yang penting dalam suatu mobil. Sistem tersebut sering kali menimbulkan suatu permasalahan yang sulit dihindari yaitu getaran yang berlebihan. Tujuan penelitian yaitu mengetahui kinerja/peformansi sistem kontrol pada sistem suspensi mobil, kontrol yang ditetapkan mampu meredam getaran dan memberikan kenyamanan bagi penumpang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pemodelan dan simulasi sistem suspensi dan kendalinya menggunakan Simulink Matlab. Kendali yang ditetapkan pada penelitian ini menggunakan kendali PID dan FLC (*Fuzzy Logic Controller*). Pengujian pada kendali PID dilakukan berulang kali, sehingga dapat diketahui pengaruh pemberian penguatan terhadap hasil peformansi sistem. Hasil pemberian penguatan = 9558.3589, = 57244.9325, = 22.9008 menunjukkan peformansi sistem yang sesuai dengan design kriteria. Karakteristik peformansi sistem yang dihasilkan pada kendali PID yaitu settling time = 1.7 sekon, dengan overshoot = 2.09%, peak time = 1.02, rise time = 0.304 sekon. Pengujian pada FLC dilakukan dengan tiga variasi aturan fuzzy yaitu 7 aturan, 25 aturan, dan 49 aturan. Peformansi sistem yang optimal dan sesuai dengan design kriteria pada pemberian 49 aturan *fuzzy*, dengan karakteristik sistem yaitu settling time = 1.05 sekon, overshoot = 2.78%, peak time = 0.51, rise time = 0.4 sekon. Pengujian dari kedua kendali menunjukkan bahwa hasil peformansi sistem dengan kendali FLC lebih baik daripada kendali PID

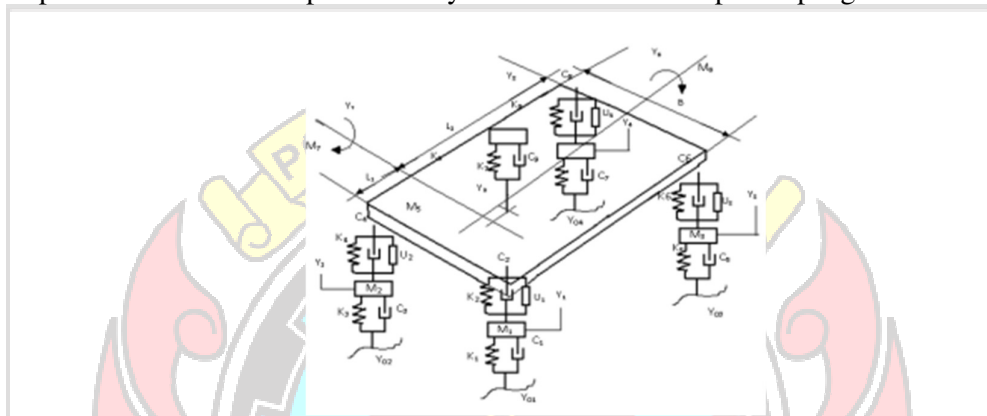


Gambar 2.24 Sistem ¼ aktif suspensi kendaraan

## 2. Studi Sistem Kontrol Suspensi Dengan Pemodelan Delapan DOF Untuk Memperbaiki Kinerja Perilaku Arah Kendaraan

Eksperimen ini bertujuan untuk memperoleh respon *body moving* yang sangat rendah sehingga kenyamanan dan keamanan penumpang dapat terpenuhi, dengan mengatur konstanta damper dan leveludukan pegas secara kontiniu dengan menggunakan kontrol neuro *fuzzy* yang mengambil parameter input kecepatan kendaraan, sudut belok steer, getaran body, sudut kemiringan body, anggukan body maka diharapkan damper ratio menjadi rendah (baik) untuk segala medan operasi dan timbul efek *down-roll* pada body kendaraan saat kendaraan belok. Metode eksperimen menggunakan simulasi dengan data-data plant, baik untuk suspensi kontrol PID maupun yang sudah menggunakan kontrol fuzzy secara kontiniu. Validasi hasil kinerja antara suspensi kontrol PID dan suspensi kontiniu kontrol fuzzy dianalisa dengan menggunakan diagram bode, Nichols, Pole Zero dan Niquist Hasil menunjukan bahwa respon *body moving* dengan kontrol *fuzzy rolling* guling tertinggi berkisar -2 sampai 2 artinya respon yang sangat rendah, sedangkan

respon body moving dengan PID tertinggi -3 sampai dengan 3 dan terendah -2 sampai dengan 2. Kesimpulannya respon body moving menggunakan control *fuzzy* lebih baik dibandingkan dengan menggunakan PID. Oleh karena itu disarankan untuk menindak lanjuti eksperimen ini pada berbagai merk kendaraan dan diaplikasikan untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan penumpang.

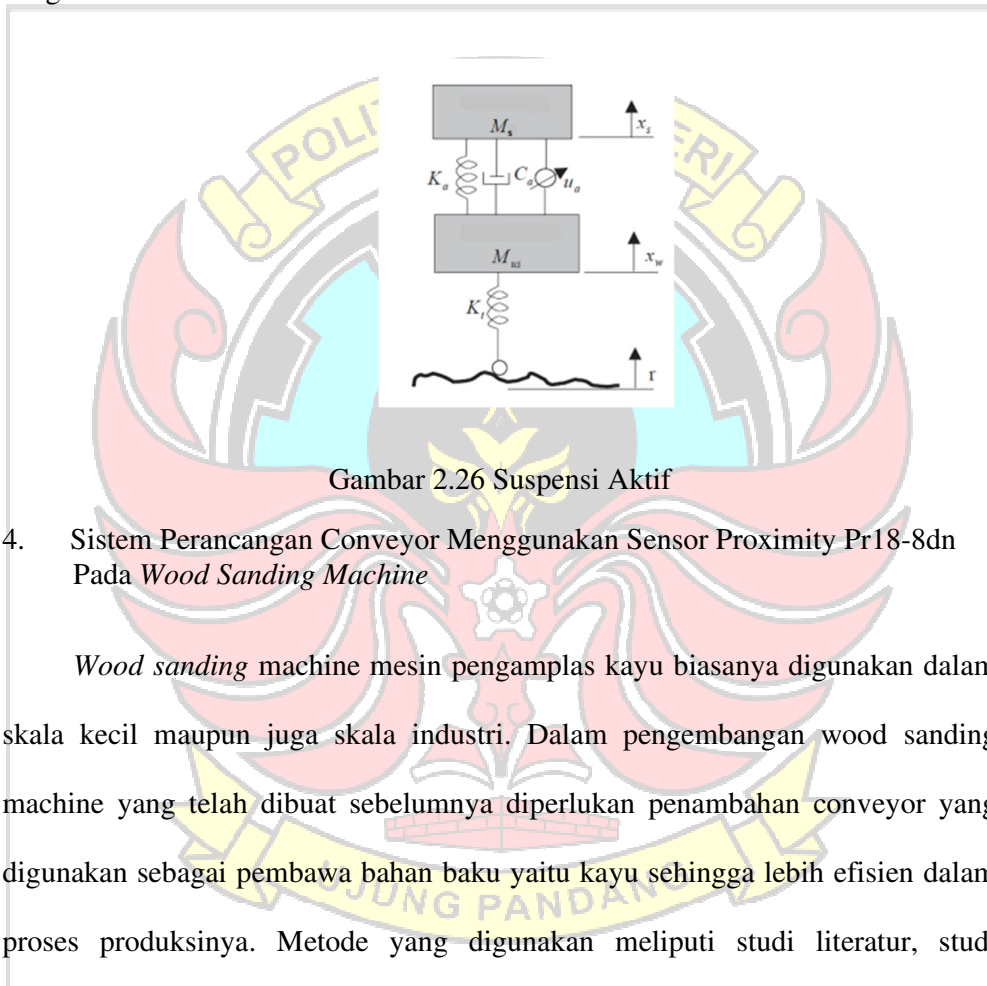


Gambar 2.25 Pemodelan sistem suspensi 8 dof

### 3. Kendali Mode Luncur Pada Sistem Suspensi Aktif Dengan Simulasi MATLAB.

Sistem suspensi mobil yang terdiri hanya dari pegas dan redaman merupakan sistem pasif sebab tidak menyediakan energi aktif untuk melawan gangguan profil jalan. Untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan berkendara yang lebih baik, ditanamkan sistem suspensi aktif pada mobil. Sistem suspensi aktif dilengkapi sensor dan komponen aktuator gaya yang menyediakan energi aktif dengan skema kendali tertentu. Penelitian ini bertujuan membangun sistem suspensi aktif menggunakan kendali mode luncur (sliding mode control / SMC). Simulasi sistem kendali dilakukan menggunakan MATLAB 2014, membandingkan performa sistem pasif, sistem aktif Linear Kuadratik (LQR), dengan sistem aktif Kendali

Mode Luncur (SMC). Berdasarkan hasil simulasi, sistem aktif SMC mencapai kondisi stabil lebih cepat dan menggunakan gaya aktif lebih rendah. Dengan demikian, sistem SMC memiliki performa terbaik dibandingkan dengan dua sistem yang lain. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan membangun prototype suspensi dengan sistem kendali SMC.

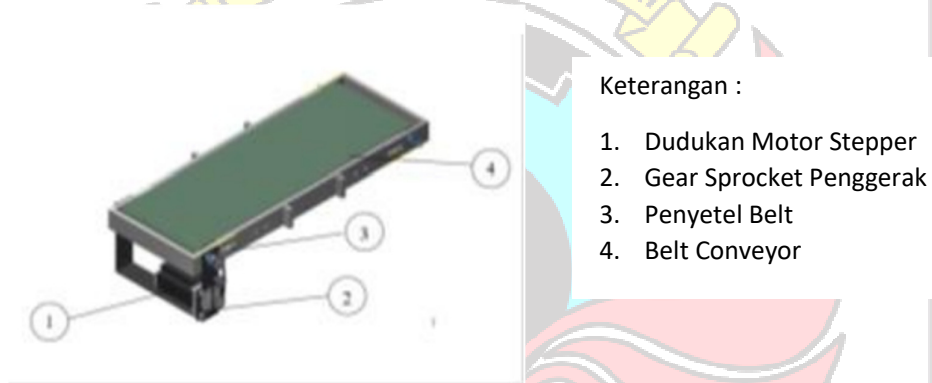


Gambar 2.26 Suspensi Aktif

4. Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity Pr18-8dn Pada *Wood Sanding Machine*

*Wood sanding machine* mesin pengamplas kayu biasanya digunakan dalam skala kecil maupun juga skala industri. Dalam pengembangan *wood sanding machine* yang telah dibuat sebelumnya diperlukan penambahan conveyor yang digunakan sebagai pembawa bahan baku yaitu kayu sehingga lebih efisien dalam proses produksinya. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, studi lapangan, proses perancangan serta proses manufaktur. Pada hasil penelitian telah dibuat, conveyor pada *wood sanding machine* dengan sistem penggerak motor stepper didapatkan hasil perbedaan kecepatan *conveyor* tanpa beban dan dengan beban sebesar 0,025 – 0,014 m/detik. Bagian perancangan conveyor atau komponennya yaitu motor stepper, gear sprocket penggerak, penyetel belt dan belt

conveyor. Sistem bantuan sensor otomatis digunakan untuk mendeteksi dan memantau kecepatan permainan. Sensor untuk sistem ini menggunakan sensor jarak induktif proximity sensor merupakan sebagai alat pendeteksi barang yang melewati sensor tersebut dan juga sebagai sistem bantuan otomatis yang akan menggerakkan dan memberhentikan *wood sanding machine* tersebut. Jarak sensor proximity untuk mendeteksi sebuah benda yang melewati sensor tersebut yaitu 6 cm.

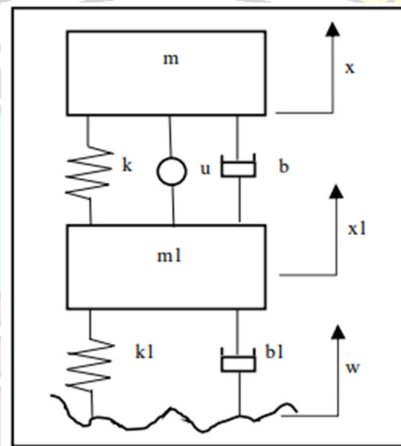


Gambar 2.27 Sistem Perancangan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity pr18-8dn pada *Wood Sanding Machine*

#### 5. Analisis Sistem Suspensi Mobil Menggunakan Kendali Logika Fuzzy

Mobil merupakan suatu alat transportasi yang menunjang aktivitas manusia. Dalam penggunaannya, setiap mobil pasti membutuhkan suspensi. Terdapat beberapa model sistem suspensi yang digunakan pada mobil. Sistem suspensi pada mobil yang baik adalah sistem suspensi yang mampu memberikan kenyamanan untuk penumpang selama berkendara. Agar sistem suspensi dapat memberikan kenyamanan untuk penumpang, digunakanlah sistem kendali pada suspensi tersebut. Penelitian ini adalah untuk mengamati respon defleksi suspensi mobil yang terjadi pada gangguan jalan dengan menggunakan sinyal step dan

menggunakan kendali logika *fuzzy*. Model suspensi mobil yang dianalisis menggunakan model seperempat. Berdasarkan hasil penelitian, pada kendali logika *fuzzy* didapatkan respon defleksi mobil yang baik adalah dengan menggunakan 49 rule, dengan nilai waktu tunda 0,11 detik, waktu naik 0,228 detik, waktu puncak 3,478 detik, waktu keadaan tunak 0,4197 detik, dan overshoot 0,233%. Berdasarkan nilai tersebut, hasil pengujian pada kendali tersebut, respon defleksi mobil relatif baik.



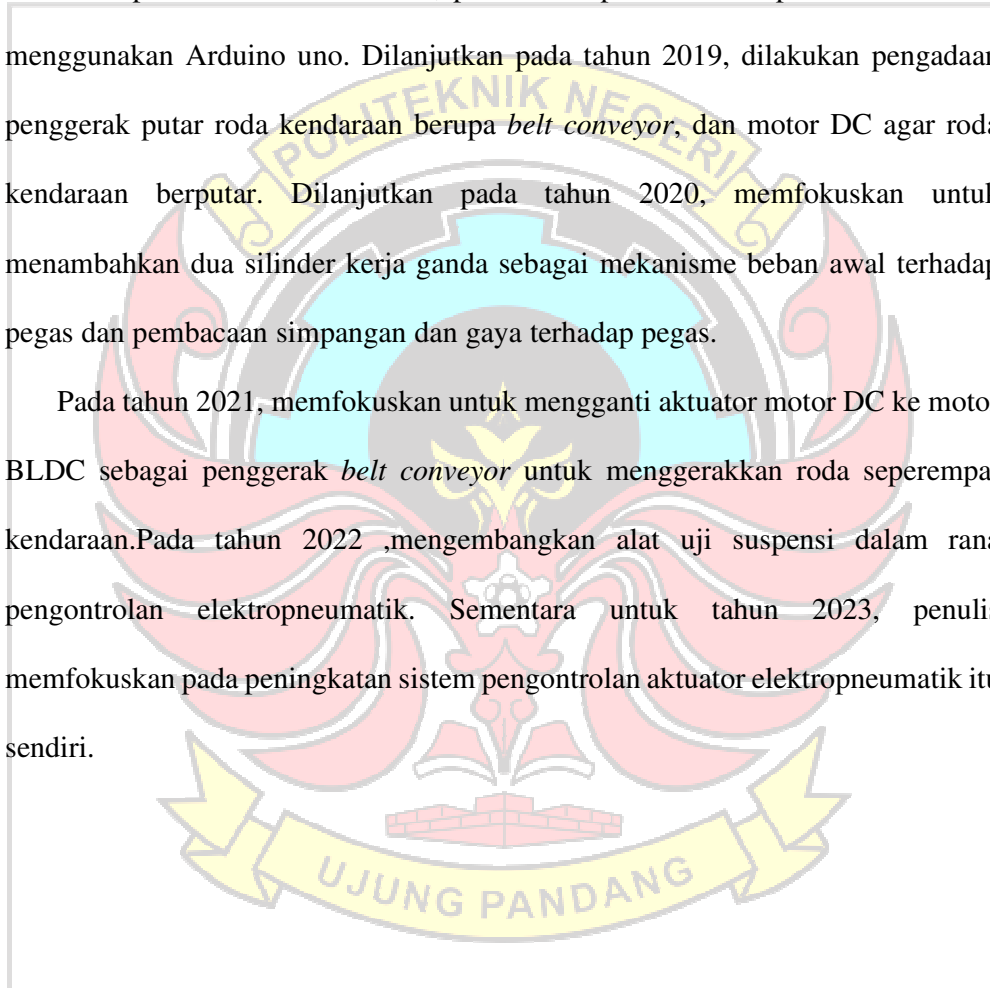
Gambar 2.28 Model sistem suspensi aktif seperempat mobil  
(Sumber :

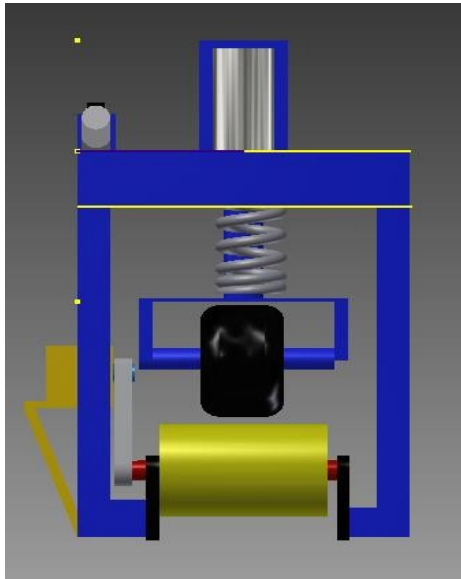
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/57027/75676594125>)

## 2.9 Road Map Penelitian Alat Uji Suspensi

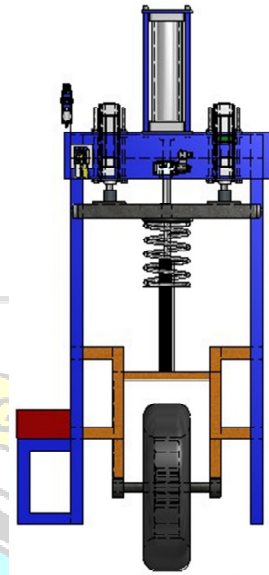
Alat uji suspensi ini adalah pengembangan dari hasil penelitian sebelumnya, dimana pada tahun 2017 ini dibuat, penggunaan pembacaan jarak menggunakan mistar dan pembaca beban. Dilanjutkan pada tahun 2018 yaitu mengembangkan sistem suspensi kontrol naik turun, pembacaan perubahan suspensi dan tekanan menggunakan Arduino uno. Dilanjutkan pada tahun 2019, dilakukan pengadaan penggerak putar roda kendaraan berupa *belt conveyor*, dan motor DC agar roda kendaraan berputar. Dilanjutkan pada tahun 2020, memfokuskan untuk menambahkan dua silinder kerja ganda sebagai mekanisme beban awal terhadap pegas dan pembacaan simpangan dan gaya terhadap pegas.

Pada tahun 2021, memfokuskan untuk mengganti aktuator motor DC ke motor BLDC sebagai penggerak *belt conveyor* untuk menggerakkan roda seperempat kendaraan. Pada tahun 2022, mengembangkan alat uji suspensi dalam rana pengontrolan elektropneumatik. Sementara untuk tahun 2023, penulis memfokuskan pada peningkatan sistem pengontrolan aktuator elektropneumatik itu sendiri.

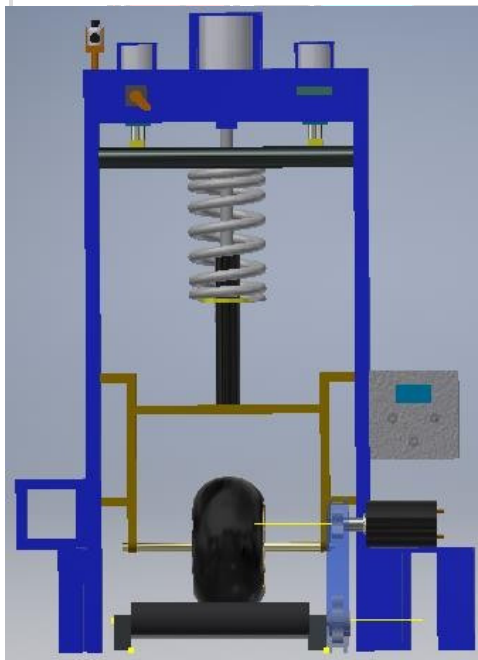




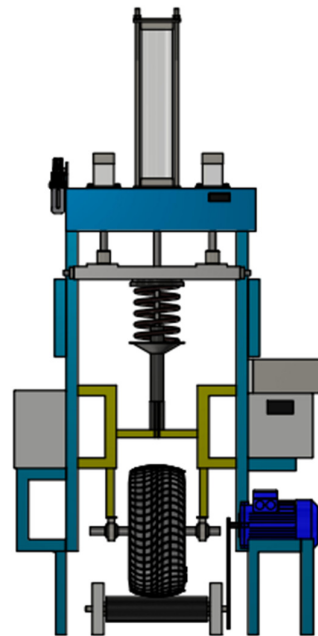
Gambar 2.29 Alat Uji Suspensi 2019



Gambar 2.30 Alat Uji Suspensi 2020

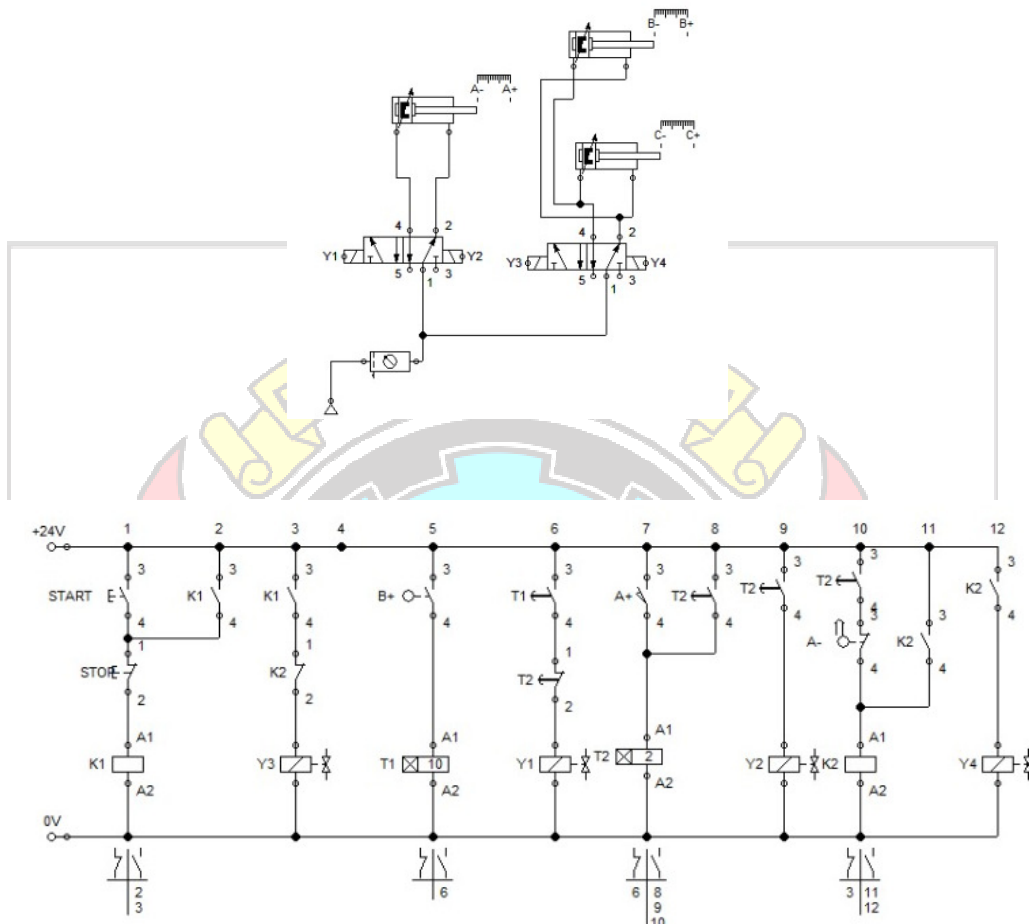


Gambar 2.31 Alat Uji Suspensi 2021

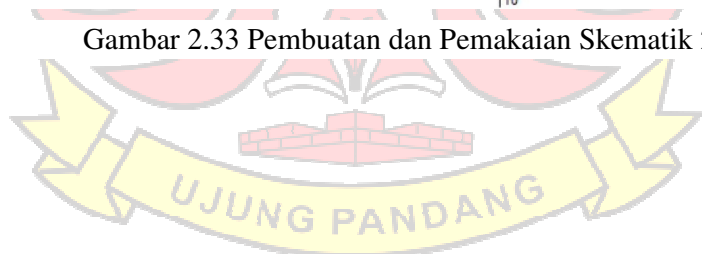


Gambar 2. 32 Alat Uji Suspensi 2022





Gambar 2.33 Pembuatan dan Pemakaian Skematik 2022



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Lokasi Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekatronika & Sistem Otomasi PNUP dan Laboratorium Riset Pascasarjana PNUP .Waktu pengerjaan dilakukan  $\pm$  6 bulan, dimulai pada bulan Maret 2023 hingga bulan Agustus 2023.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan beberapa alat dan bahan untuk menunjang hasil kerja sesuai dengan apa yang diinginkan. Adapun keperluan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

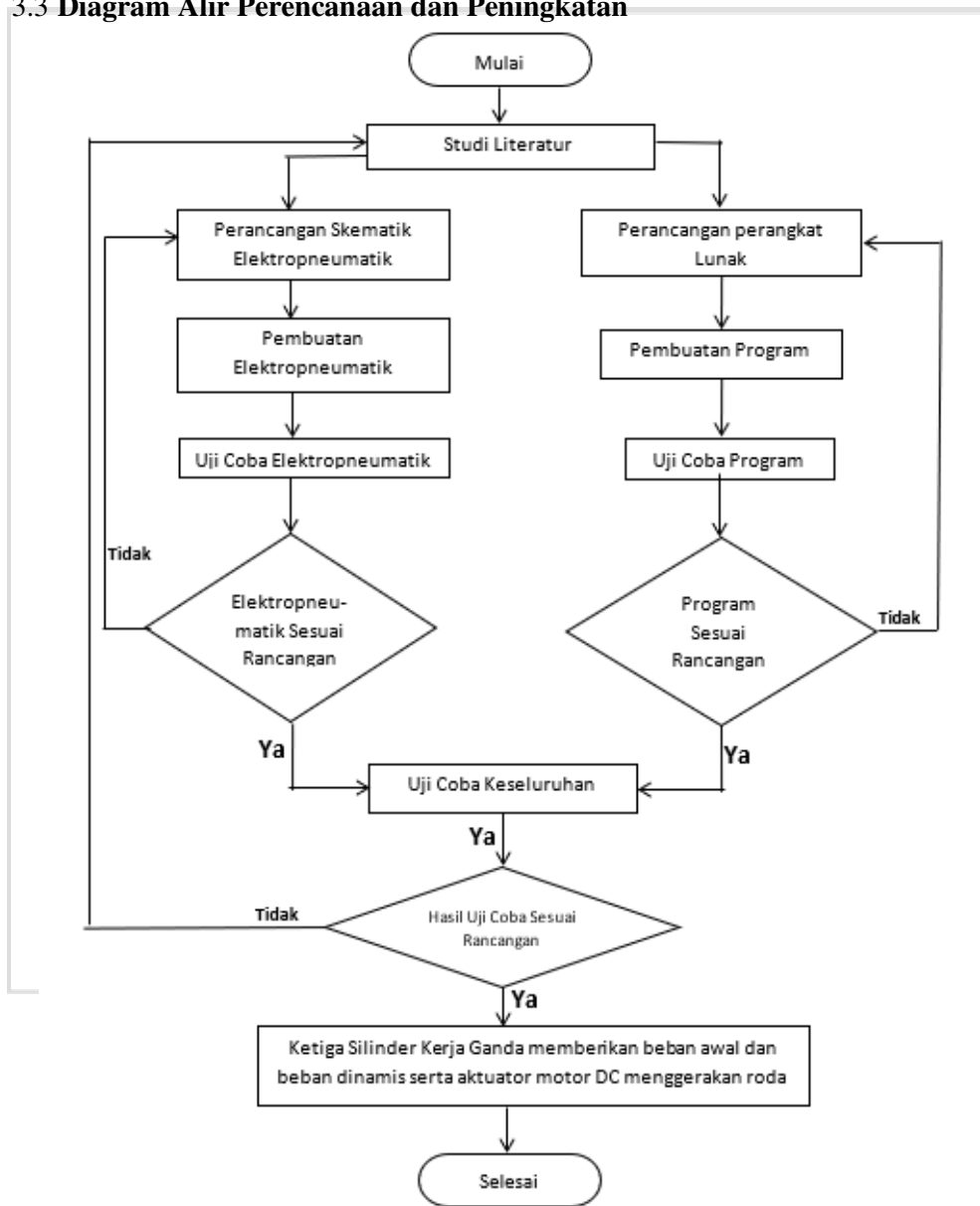
No	Jenis Alat	Jumlah
1	Laptop	1 buah
2	Mesin bor	1 buah
3	Solder	1 buah
4	Meteran	1 buah
5	Alat pelindung diri	1 set
6	Obeng +,-	1 set
7	Gurinda	1 buah
8	Kunci-kunci	1 set

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan

No	Jenis Bahan	Jumlah
1	Katup Solenoid 5/2 DC	2 buah
2	Power Supply 24 Volt DC	1 buah
3	Suspensi Ringan	1 buah
4	<i>Suspensi Sedang</i>	1 buah
5	<i>Relay</i>	2 buah
6	<i>Timer</i>	2 buah

7	Proximity Switch	3 buah
8	Push Button	1 buah
9	Pelindung Kabel	Secukupnya
10	Selang Pneumatik 8 mm	Secukupnya
11	Kabel NYAF	Secukupnya
12	Baut dan Mur	Secukupnya

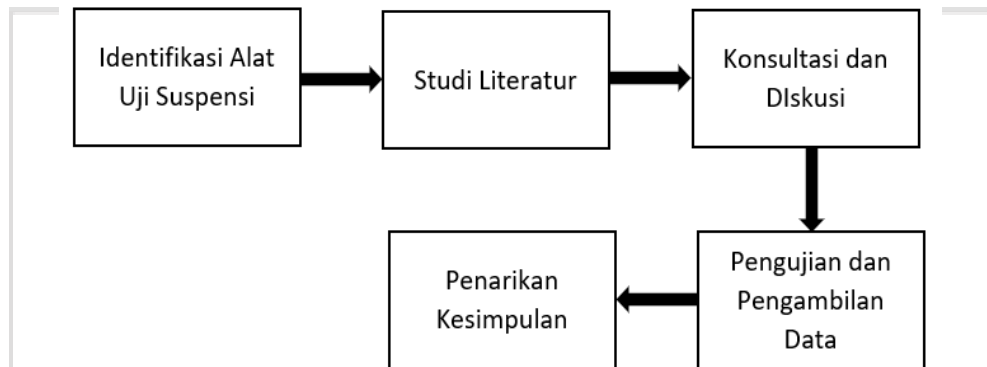
### 3.3 Diagram Alir Perencanaan dan Peningkatan



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan dan Peningkatan

### 3.4 Metode Pelaksanaan Penelitian

Untuk memperoleh suatu mekanisme yang baik dari segi mutu serta mempertimbangkan segi ekonomis, maka langkah-langkah perancangan yang ditempuh diperlihatkan dalam proses di bawah ini:



Gambar 3.2 Diagram Metode Penelitian

a. Tahap Identifikasi Alat

Dalam kegiatan ini, yang harus dilakukan adalah mengenali terlebih dahulu setiap bagian-bagian dari alat uji suspensi kendaraan, baik dari sistem mekanik maupun sistem elektronik dan kontrolnya.

b. Studi Literatur

Dalam pengembangan mekanisme ini, langkah awal yang dilakukan adalah mencari sebanyak-banyaknya data serta informasi melalui berbagai jurnal ilmiah, media cetak maupun elektronik dimana informasi tersebut harus relevan dengan alat yang dikembangkan.

c. Konsultasi dan Diskusi

Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing serta berdiskusi dengan

rekan-rekan yang mengerti bidang desain mekanik, instrumentasi dan elektronika untuk mendapatkan saran serta masukan yang bermanfaat dalam proposal ini.

d. Pengujian dan Pengambilan Data

Pada proses ini alat uji suspensi kendaraan yang dikembangkan

selanjutnya diuji dan dilakukan pengambilan data.

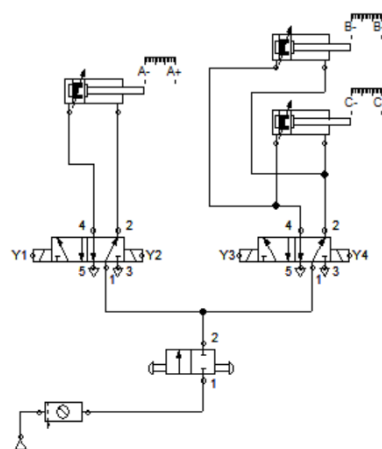
e. Penarikan kesimpulan

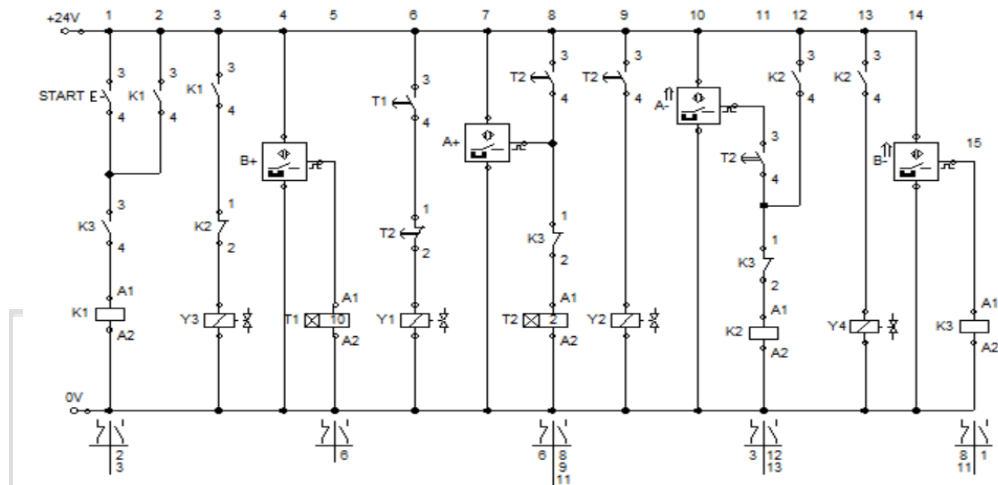
Penarikan kesimpulan dari proses pengembangan skripsi dilakukan setelah pengujian dan pengambilan data.

### 3.5 Perancangan dan Pembuatan Elektropneumatik

#### 3.5.1 Desain Diagram Skematik Fluidsim Elektropneumatik

Desain diagram skematik fluidsim elektropneumatik menggunakan sensor proximity ini hal terpenting dalam pengembangan ini. Dalam pengembangannya kami menggunakan sumber dan komponen berarus DC agar mudah di kontrol melalui 1 pushbutton. Berikut rangkaian elektropneumatik yang dibuat pada fluidsim.





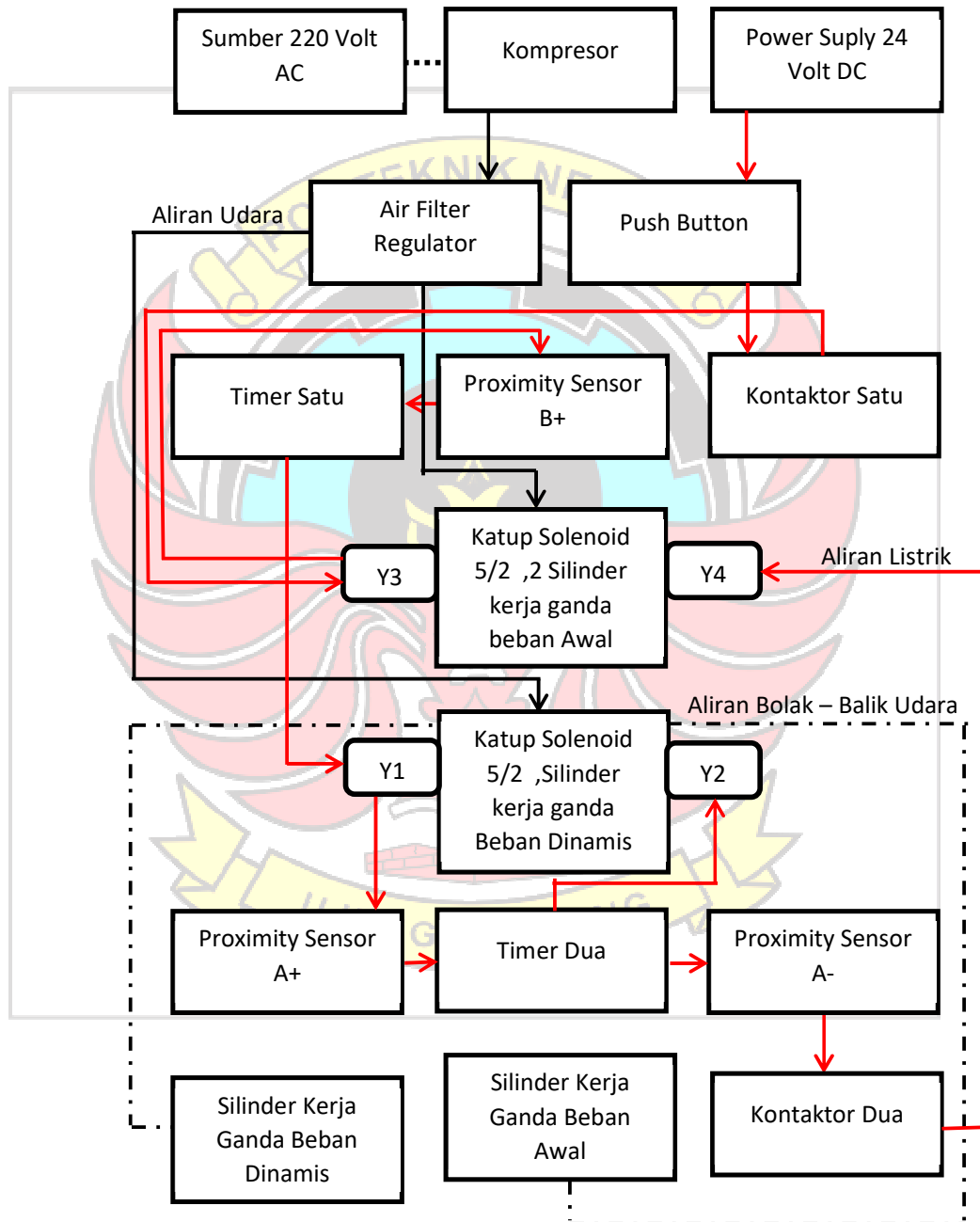
Gambar 3.3 Pembuatan dan Pemakaian Skematik 2023

Keterangan Gambar :

-  : Kompresor
-  : Air Filter Regulator
- Y1 dan Y2 : Katup 5/2 Silinder Kerja Ganda Beban Dinamis
- Y3 dan Y3 : Katup 5/2 Silinder Kerja Ganda Beban Awal
- A- dan A+ : Proximity Switch Silinder Kerja Ganda Beban Dinamis
- B+ : Proximity Switch Silinder Kerja Ganda Beban Awal
- Start : Push Button memulai
- K1 : Kontaktor Pertama
- K2 : Kontaktor Kedua
- T1 : Timer Pertama
- T2 : Timer kedua

### 3.5.2 Diagram Blok Elektropneumatik

Diagram blok merupakan gambaran alur kerja sistem elektropneumatik guna untuk mengontrol actuator pneumatic sebagai beban awal dan bebas dinamis.



Gambar 3.4 Diagram Blok Elektropneumatik

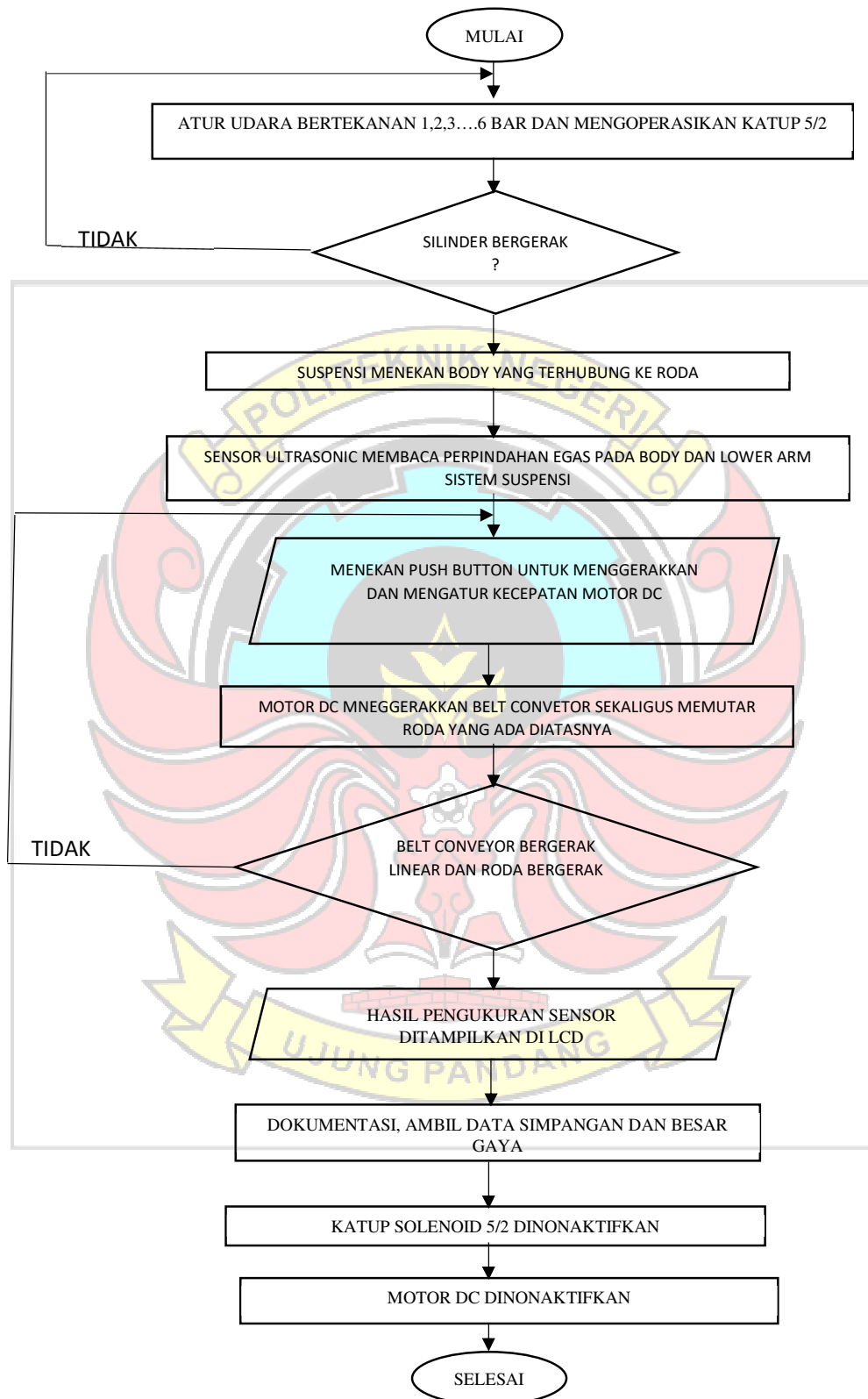
### 3.6 Langkah-langkah Pengujian Alat dan pengambilan Data

#### 3.6.1 Flowchart Pengujian Alat dan Pengambilan Data

Sebelum melakukan langkah-langkah pengujian alat dan pengambilan data alangkah baiknya *flowchart* dibuat terlebih dahulu agar dalam pelaksanaannya dapat terstruktur dan dapat menggambarkan urutan-urutan pemecahan masalah.







Gambar 3.5 Flowchart Pengujian Alat dan Pengambilan Data

### 3.6.2 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengambilan data simpangan beban awal dan beban dinamis pada suspensi menggunakan silinder kerja ganda pemberi beban awal dan beban dinamis menggunakan elektropneumatik :

- a. Mengaktifkan kompresor
- b. Mengatur tekanan udara mulai dari 1 – 6 [bar] pada *air filter regulator*.
- c. Membuka katup pada air filter regulator untuk mengalirkan tekanan udara ke 3 buah silinder kerja ganda pemberi beban awal dan dinamis
- d. Menyalakan power supply yang sudah terhubung dengan rangkaian elektropneumatik kemudian mengaktifkannya dengan cara menekan *push button*
- e. 2 buah silinder kerja ganda menekan body arm yang terhubung ke suspensi secara bersamaan sensor proximity mendeteksi adanya pergerakan pada suspensi kemudian akan memberikan beban awal selama 10 detik.
- f. Setelah torak silinder pemberi beban awal menekan 10 detik, secara otomatis akan membuat torak silinder pemberi beban dinamis turun.
- g. Ketika torak silinder kerja ganda beban dinamis turun memberikan hentakan sensor proximity akan mendeteksi pergerakan pada torak silinder dan akan menghitung selama 2 detik.
- h. Setelah 2 detik ,secara otomatis torak tersebut akan kembali dan sensor proximity akan mendeteksi kembali yang akan membuat 2 torak silinder beban awal akan kembali mundur dan kembali ke posisi awal.

- i. Rumus perhitungan jarak atau simpangan ultasonik yakni seperti pada persamaan berikut ini :

$$x = \frac{duration}{58,8} \cdot 10 - 30 \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

$x$  = simpangan atau jarak [mm]

$duration$  = kecepatan rambat gelombang ultrasonik [m/s]

- j. Adapun rumus perhitungan-perhitungan yang diinput ke program mikrokontroler yakni seperti pada persamaan (14) dan (15) .

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 4484,30 \cdot 2 \cdot x \dots\dots\dots (14)$$

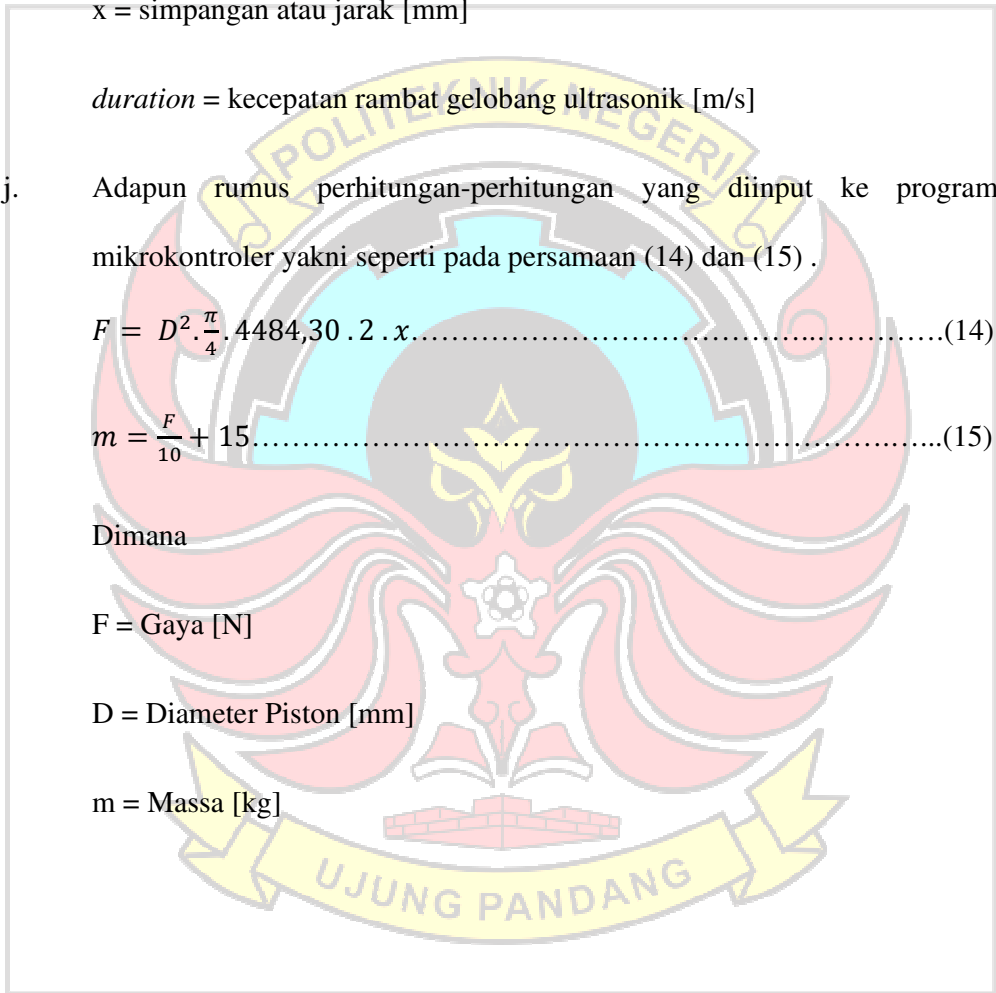
$$m = \frac{F}{10} + 15 \dots\dots\dots (15)$$

Dimana

$F$  = Gaya [N]

$D$  = Diameter Piston [mm]

$m$  = Massa [kg]



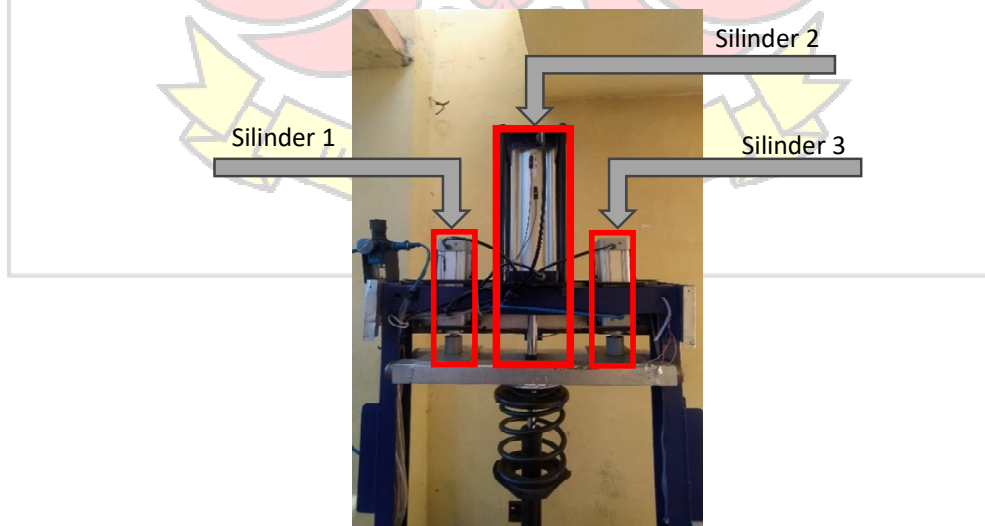
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian dan Eksperimen

#### 4.1.1 Hasil Pekerjaan Mekanika

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 3 buah silinder pneumatik seperti yang ditunjukkan pada gambar 41, dimana 2 buah silinder kerja ganda akan memberikan pembebanan awal dan 1 silinder kerja lainnya memberikan pembebanan dinamis. Adapun sistem kerja alat uji suspensi ini yakni udara bertekanan dari kompresor memberikan gaya tekan kompresi kerja ganda untuk pembebanan awal, selanjutnya udara bertekanan tersebut memberikan gaya tekan kompresi ke silinder kerja ganda yang terletak dibagian tengah atas untuk pembebanan dinamis vertikal atau gaya ekstasi.

Jika pegas dan shock absorber mengalami pembebanan awal yang statis maupun pembebanan dinamis, tentunya akan menghasilkan simpangan sejauh  $x$ , massa, gaya, serta gaya ekstasi.



Gambar 4.1 Tiga Silinder Pneumatik yang digunakan pada Alat Uji Suspensi

#### 4.1.2 Hasil Pekerjaan Elektronika

Hasil perancangan elektronik terdiri dari komponen-komponen elektronik seperti *power supply* , relay, arduino, sensor ultrasonik, sensor proximity serta pengkabelan. Penempatan komponen elektronik berada pada panel *box*, terdapat 2 panel *box* untuk peletakan komponen elektronik.

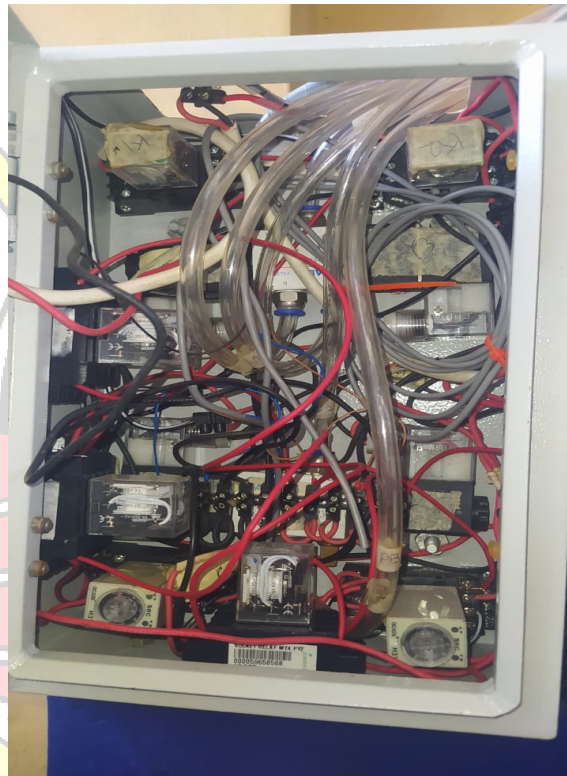
##### 1. Panel *box* Elektropneumatik

Pada rangkaian terdapat sensor proximity yang dihubungkan dengan sumber tegangan powersuply 24 Volt DC yang ketika mendapat sinyal dari pergerakan silinder pneumatik (LED sensor menyala) gambar 41, yang kemudian relay yang bekerja (NO) akan meneruskan arus ke beban untuk mengaktifkannya (timer) .



Gambar 4.2 Sensor Mendeteksi Pergerakan Pada Silinder

Pada gambar 4.2, rangkaian elektropneumatik yang digunakan untuk mengontrol udara bertekanan ke aktuator pneumatik. Sensor proximity tidak langsung dihubungkan dengan beban akan tetapi dihubungkan dengan relay karena apabila langsung dihubungkan, sensor akan mendapat tegangan balik dari beban yang akan membuat sensor proximity akan rusak.



Gambar 4.3 Rangkaian Elektropneumatik

## 2. Panel *box* Elektronika

Hasil pembuatan rangkaian elektronika seperti pada gambar 4.4, wiring setiap komponen yang dihubungkan dengan Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan rangkaian elektronika kemudian digunakan selang spiral agar kabel jumper terlihat lebih rapi. Arduino Uno akan memproses dan

menampilkan beberapa sub beban awal dan simpangan yang terjadi terhadap pegas dan juga massa dan gaya yang diberikan oleh 3 buah silinder kerja ganda.



Gambar 4.4 Arduino Pada Panel Box



Gambar 4.5 Letak Sensor Ultrasonik Pada Alat Uji Suspensi

Secara keseluruhan sensor ultrasonik seperti pada gambar 45 akan membaca simpangan yang terjadi pada *body arm* dalam satuan [mm] dengan perhitungan jarak akhir setelah *body arm* dalam satuan [mm] dengan perhitungan jarak akhir setelah *body arm* ditekan oleh 2 buah silinder kerja ganda pemberi beban awal dan 1 silinder kerja pemberi beban dinamis dikurangi simpangan bebas atau jarak awal sensor ultrasonik sebelum *body arm* ditekan. Rumus perhitungan jarak atau simpangan ultrasonik yakni seperti pada persamaan (13)

#### 4.1.3 Hasil Pekerjaan Informatika

Mikrokontroler menghitung nilai beban [kg] dan gaya [N] yang terjadi pada suspensi. Perhitungan nilai beban dan gaya dipusatkan ke mikrokontroler dikarenakan pada alat uji suspensi ini tidak menggunakan sensor beban atau load cell. Adapun rumus perhitungan-perhitungan yang diinput ke program mikrokontroler yakni seperti pada persamaan (14) dan (15) .

Kemudian dari hasil pembacaan sensor dan perhitungan yang dihasilkan oleh mikrokontroler ditampilkan di LCD dan tersimpan pada SD Card. Berikut tampilan LCD pada saat menampilkan nilai simpangan, beban, dan gaya dan hasil data logger yang ditampilkan melalui excel dari hasil penyimpanan pada SD Card.



Gambar 4.6 Tampilan LCD

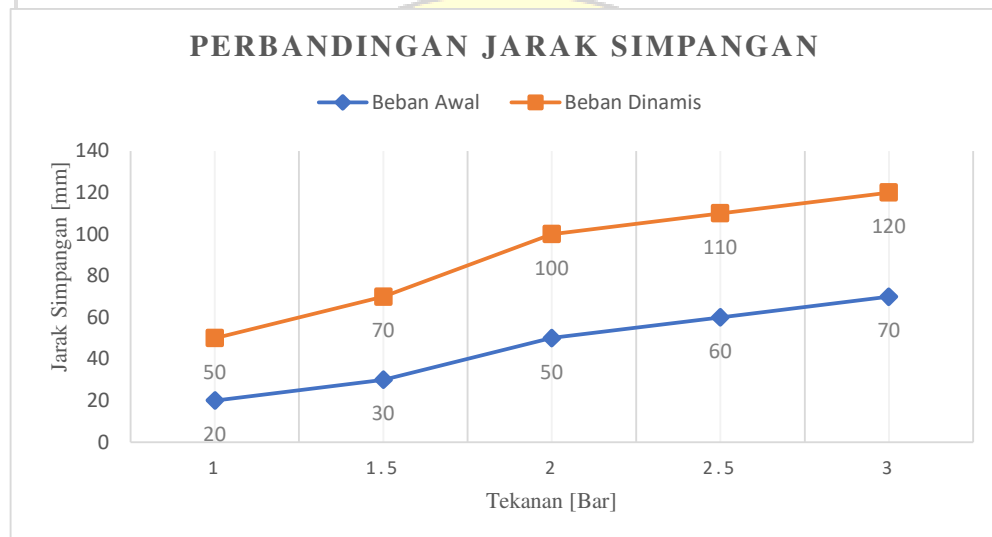


## 4.2 Data Hasil dan Pembahasan

### 4.2.1 Perbandingan Hasil Jarak Pada Simpangan Beban Awal Dan Beban Dinamis.

Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dari tekanan 1 – 3 [bar] secara berurutan, maka didapatkan perbandingan

hasil simpangan beban awal dan beban dinamis yang terbaik sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Jarak Simpangan Beban Awal dan Beban Dinamis

Pada gambar 4.7 menunjukkan hasil pengujian dan pengambilan data terbaik sebanyak tiga kali terhadap perbandingan jarak pada simpangan beban awal dan beban dinamis yang dimana pada grafik bisa kita amati terdapat jumlah pengujian per bar mulai dari 1 bar sampai dengan tekanan udara 3 bar.

Adapun hasil yang didapatkan pada pengujian, sebagai berikut.

1. Penyusutan yang dialami oleh pegas atau jarak terhadap simpangan pada tekanan 1 bar yaitu 20 mm yang ditandai dengan warna biru pada simpangan

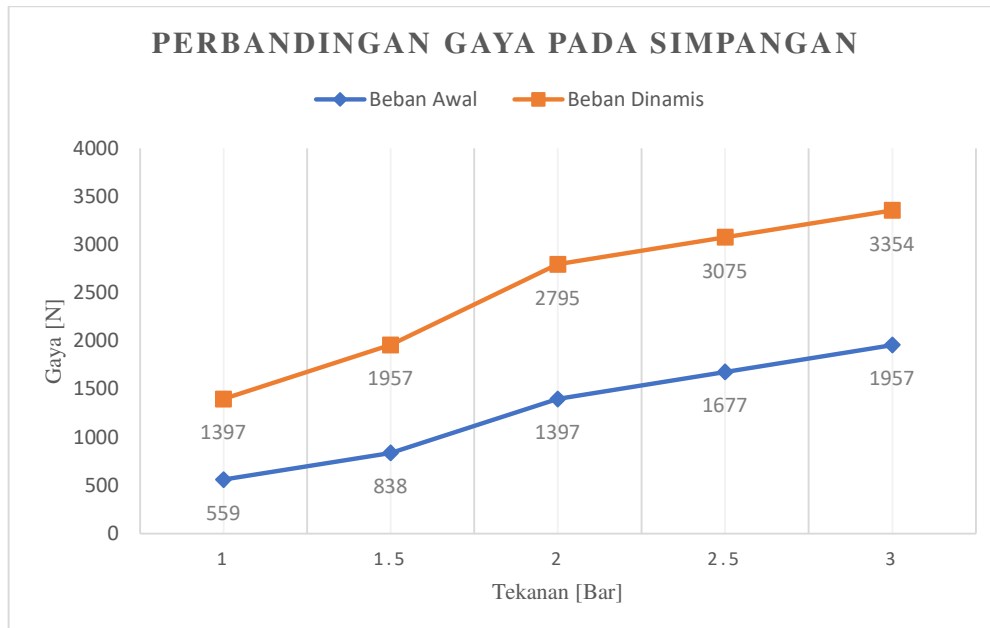
beban awal dan signifikan setelah diberikan beban dinamis yaitu 50 mm yang ditandai dengan warna jingga posisi semula  $\pm 4$  detik.

2. Ketika tekanan udara di naikkan pada tekanan 1.5 bar, hasil jarak pada simpangan yang terjadi yaitu 30 mm pada beban awal dan meningkat menjadi 70 mm ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik dan kembali ke posisi semula  $\pm 5$  detik.
3. Pada tekanan 2 bar, dapat kita lihat hasil jarak pada simpangan yang terjadi yaitu 50 mm pada beban awal dan meningkat menjadi 100 mm ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik posisi semula  $\pm 6$  detik.
4. Pada tekanan 2,5 bar, hasil jarak pada simpangan yang terjadi yaitu 60 mm pada beban awal dan meningkat menjadi 110 mm ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik posisi semula  $\pm 6$  detik.
5. Pada tekanan 3 bar, hasil jarak pada simpangan yang terjadi mencapai titik terjauh pada pengujian kali ini yaitu 70 mm pada beban awal dan meningkat menjadi 120 mm ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik posisi semula  $\pm 7$  detik.

Adapun hasil jarak pada simpangan yang dapat ditemukan pada pengujian mekanisme alat uji suspensi pada pemberian tekanan 1 - 3 [Bar] yaitu setiap tekanan yang diberikan dapat menentukan hasil jarak pada simpangan pada alat uji suspensi ini. Semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula jarak pada simpangan yang terjadi pada alat uji suspensi ini.

#### 4.2.2 Hasil Massa dan Gaya Pada Simpangan Oleh Alat Uji Suspensi

Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dari tekanan 1-3 [Bar] secara berurutan, maka didapatkan hasil terbaik massa [Kg] dan gaya [N] sebagai berikut.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Gaya Pada Simpangan

Pada gambar 4.8 menunjukkan hasil dari pengujian dan pengambilan data yang terbaik sebanyak tiga kali terhadap perbandingan gaya pada simpangan beban awal dan beban dinamis yang dimana pada grafik bisa kita amati terdapat jumpah pengujian per bar mulai dari 1 bar sampai dengan tekanan udara 3 bar.

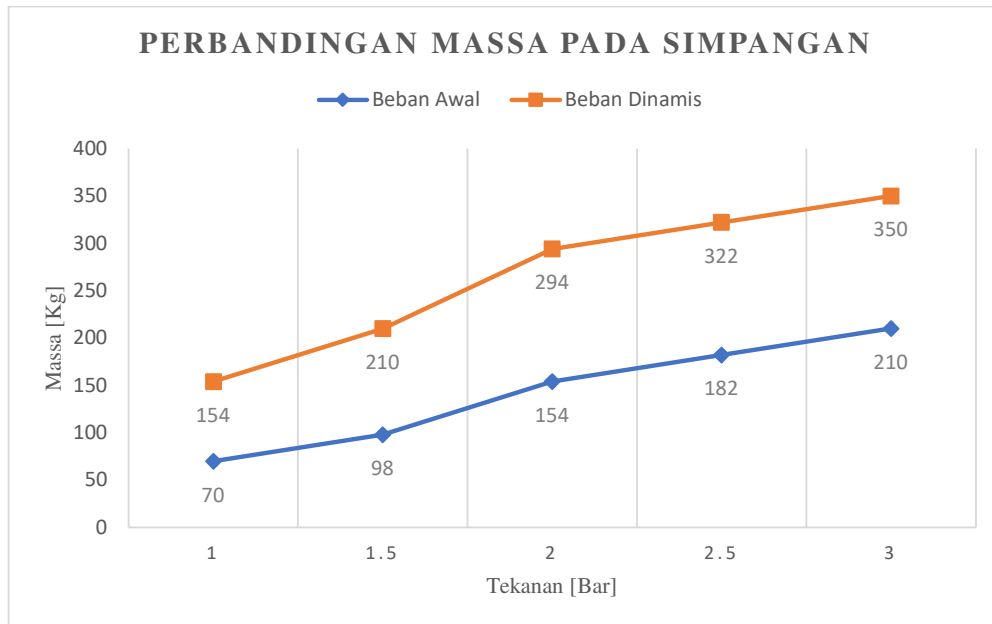
Adapun hasil yang didapatkan pada pengujian, sebagai berikut.

1. Penyusutan yang dialami oleh pegas atau gaya terhadap simpangan pada tekanan 1 bar yaitu 559 N yang ditandai dengan warna biru pada simpangan

beban awal dan naik signifikan setelah diberikan beban dinamis yaitu 1397 N yang ditandai dengan warna jingga.

2. Ketika tekanan udara dinaikkan pada tekanan 1.5 bar , hasil gaya pada simpangan yang terjadi yaitu 838 N pada beban awal dan meningkat menjadi 1957 N ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.
3. Pada tekanan 2 bar, dapat kita lihat hasil gaya pada simpangan yang terjadi yaitu 1397 N pada beban awal dan meningkat menjadi 2795 N ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.
4. Pada tekanan 2.5 bar, hasil gaya pada simpangan yang terjadi yaitu 1677 N pada beban awal dan meningkat menjadi 3075 N ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.
5. Pada tekanan 3 bar , hasil gaya pada simpangan yang terjadi mencapai titik terjauh pada pengujian kali ini yaitu 1957 N pada beban awal dan meningkat menjadi 3354 N ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.

Adapun hasil gaya pada simpangan yang dapat ditemukan pada pengujian mekanisme alat uji suspensi pada pemberian tekanan 1 – 3 [Bar] yaitu setiap tekanan yang diberikan dapat menentukan hasil gaya pada simpangan pada alat uji suspensi ini. Semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula gaya pada simpangan yang terjadi pada alat uji suspensi ini.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Massa Pada Simpangan

Pada gambar 4.9 menunjukkan hasil dari pengujian dan pengambilan data yang terbaik sebanyak tiga kali terhadap perbandingan massa pada simpangan beban awal dan beban dinamis yang dimana pada grafik bisa kita amati terdapat jumlah pengujian per bar mulai dari 1 bar sampai dengan tekanan udara 3 bar . Adapun hasil yang didapatkan pada pengujian, sebagai berikut.

1. Penyusutan yang dialami oleh pegas atau massa terhadap simpangan pada tekanan 1 bar yaitu 70 Kg yang ditandai dengan warna biru pada simpangan beban awal dan naik signifikan setelah diberikan beban dinamis yaitu 154 Kg yang ditandai dengan warna jingga.
2. Ketika tekanan udara di naikkan pada tekanan 1.5 bar, hasil massa pada simpangan yang terjadi yaitu 98 Kg pada beban awal dan meningkat menjadi 210 Kg ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.
3. Pada tekanan 2 bar, dapat kita liat hasil massa pada simpangan yang terjadi

yaitu 154 Kg pada beban awal dan meningkat menjadi 294 Kg ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.

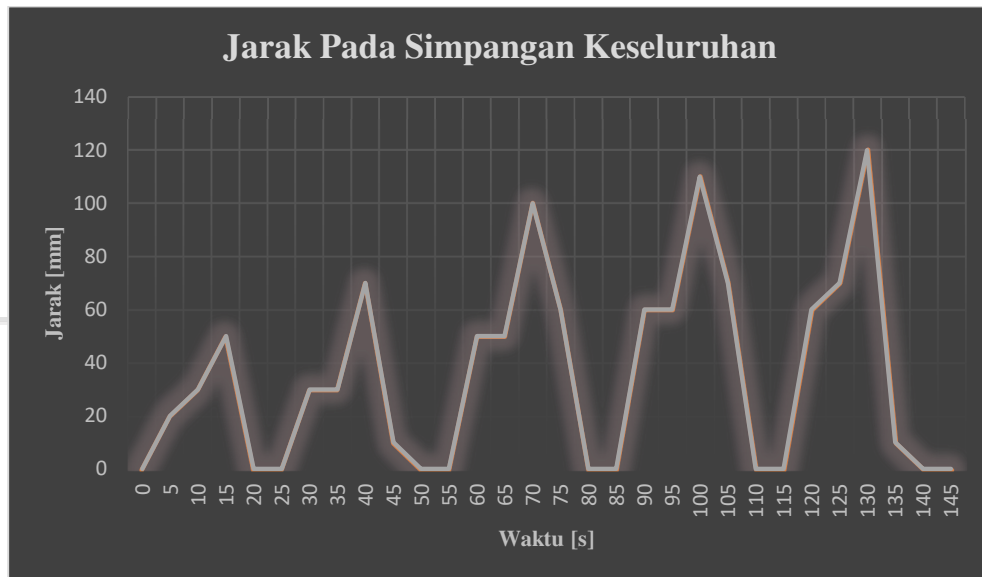
4. Pada tekanan 2.5 bar, hasil massa pada simpangan yang terjadi yaitu 182 Kg pada beban awal dan meningkat menjadi 322 Kg ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.

5. Pada tekanan 3 bar, hasil massa pada simpangan yang terjadi mencapai titik terjauh pada pengujian kali ini yaitu 210 Kg pada beban awal dan meningkat menjadi 350 Kg ketika terjadi beban dinamis selama 10 detik.

Adapun hasil massa pada simpangan yang dapat ditemukan pada pengujian mekanisme alat uji suspensi pada pemberian tekanan 1 – 3 [Bar] yaitu setiap tekanan yang diberikan dapat menentukan hasil massa pada simpangan pada alat uji suspensi ini. Semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar pula massa pada simpangan yang terjadi pada alat uji suspensi ini.

#### 4.2.3 Hasil Jarak Pada Simpangan Keseluruhan

Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data sebanyak tiga kali percobaan dari tekanan 1 – 3 [bar] secara berurutan, maka didapatkan hasil terbaik simpangan secara keseluruhan yaitu :



Gambar 4.10 Jarak Pada Simpangan Keseluruhan

Pada gambar 4.10 menunjukkan hasil dari pengujian dan pengambilan data sebanyak tiga kali mengenai hasil terbaik jarak simpangan secara keseluruhan mulai dari tekanan udara 1 bar tanpa beban awal dan dinamis sampai dengan tekanan udara 3 bar dengan beban awal dan beban dinamis yang dimana pada grafik bisa kita amati terdapat waktu yang diperlukan dari setiap pengujian dan memiliki responsi pengambilan data yaitu setiap 5 detik.

Adapun hasil yang didapatkan pada pengujian dan pengambilan data dalam rentan waktu 145 detik atau 2.4 menit yaitu terjadi fluktuasi didalamnya dikarenakan adanya pengambilan data dimulai tanpa beban, memiliki beban awal serta mengalami beban dinamis.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan perancangan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

#### 1. Peningkatan sistem pengontrolan menggunakan sensor proximity switch

berjalan dengan lancar dalam mengontrol katup solenoid 5/2 sebagai pengendali sistem pembebanan awal dan pembebanan dinamis pada suspensi roda kendaraan sehingga terjadi selisih simpangan yang fluktuatif dimulai dari tidak adanya beban atau kondisi suspensi tanpa beban, beban awal atau beban yang dialami ketika seseorang sudah mengendarai mobil, serta beban dinamis atau beban yang terjadi ketika mobil mengalami hambatan pada bagian ban yang mempengaruhi suspensi.

#### 2. Mekanisme pengontrolan menggunakan sensor proximity pada alat uji suspensi dapat menghasilkan simpangan beban awal dengan nilai minimum 20 [mm] pada tekanan 1 bar dan nilai maksimum 70 [mm] pada tekanan 3 bar dan simpangan beban dinamis dengan nilai minimum 50 [mm] pada tekanan 1 bar dan nilai maksimum 120 [mm] pada tekanan 3 bar. Adapun juga nilai beban minimum yakni 70 [kg] dan maksimum 350 [kg] serta gaya nilai minimum yakni 559 [N] dan maksimum yakni 3354 [N] serta semua nilai yang ada dapat tertampil pada LCD 16 x 2 dan pada grafik di komputer.

### 5.2 Saran

#### 1. Pengembangan selanjutnya disarankan perancangan menggunakan sistem PID agar lebih dapat mengontrol dan mengubah suspensi pasif ke aktif dan



menggunakan sensor berat untuk mengukur beban yang diterima oleh suspensi secara visual .

2. Penggunaan mikrokontroller dalam aplikasi elektropneumatik sehingga pengontrolan setiap silinder kerja ganda dapat dikendalikan menggunakan sistem *internet of things*.



## DAFTAR PUSTAKA

Aribowo, Didik, Desmira, Ratna , Denaur . Sistem Perancangan *Conveyor* Menggunakan Sensor Proximity PR18-8DN Pada *Wood Sending Machine*. Vol. 8, no. 1(2021): 67- 81

Abidin, Yunus. 2013. *Pembelajaran Bahasa Berbasis Pendidikan Karakter*. Bandung: Refika Aditama.

Artady, H. (2009). *Study Eksperimental Pengaruh Cacat Belt Dan Pulley Terhadap Profil Sinyal Getaran Dan Distribusi Temperature Dari Sistem V-BELT*. Thesis S-2 Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Atmika, I Ketut Adi & IGAK Suriadi.”Studi Sistem Kontrol Suspensi Dengan Pemodelan Delapan DOF Untuk Memperbaiki Kinerja Perilaku Arah Kendaraan. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. Vol. 19. No. 2(2016) : 126-129.

Crouse, William H. 1993. *Automotive Mechanics*, Vol.10. NewYork: McGraw- Hill Education.

Denton Tom. 1995.“*Automobile Course*, William H. dan Donald L. Anglin. 1993. *Automotive Mechanics*, Vol.10. NewYork: McGraw-Hill Education.

Festo (2023). *ISO cylinder DSBC-63-80-PPVA-N3 | Festo ID*. [online] Festo.com. Available at: <https://www.festo.com/id/en/a/1383581/?q=1383581~:festoSortOrderScore> [Accessed 23 Aug. 2023].

Harris, C. M., & Piersol, A. G. (2002). *HARRIS’S Shock Vibration Handbook, 6TH EDITION*. New York: MCGRAW-HILL.

Heryanto. (2005). *Study Eksperimental Respon Getaran Dari V-BELT Akibat Parallel Misalignment*. Tugas Akhir S-1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya,.

Jumadiko, Selo. 2013. *Konstruksi dan Cara Kerja Sistem Suspensi*. Artikel Sistem Suspensi & Kemudi, (Online), 1 (1): 1-36, (<https://www.scribd.com/>) diakses pada 1 Februari 2023.

Ka’ka Simon, Ilyas Renreng, And Onny Sutresman 2018. *The Pneumatic Actuators As Vertical Dynamic Load Simulators On Medium Weighted Wheel Suspension Mechanism*. *Journal of Physics*, 962, 10.

Kamelia dan Muhammad Surjana Sudariat. 2019. *Rancang Bangun Sistem Penggerak Roda pada Alat Uji Suspensi Seperempat Mobil*. Skripsi. Makassar. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Linsey, Trevor;alih bahasa Mirza Satriawan.2004.Instalasi Listrik DasarEdisi Ketiga.Jakarta: Erlangga

Maswie BloG. (2007). *SILINDER PNEUMATIK*. [online] Available at:

<https://maswie2000.wordpress.com/2007/11/03/silinder-pneumatik/>  
[Accessed 23 Aug. 2023].

Muhammad Subhan, Ari Satmoko. 2016. Penentuan Dimensi dan Spesifikasi Silinder Pneumatik untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan. *Jurnal Perangkat Nuklir*. 10(2): 50-61.

Noor Hudallah. 2010. Rancang Bangun Sistem Pneumatis untuk Pengembangan Modul-modul Gerak Otomatis Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Teknik Elektro*. 02(1): 8-22.

Oni, B., Sumardi & Aris, T. 2013. *Desain Autotuning PID Menggunakan Logika Fuzzy pada Sistem Suspensi Aktif Tipe Paralel Nonlinier Model Kendaraan Seperempat*. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(3): 114- 120. Semarang: Universitas Diponegoro.

Patient, Peter, Roy Pickup dan Norman Powell. 1985. *Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika*. Jakarta: PT.Gramedia.

Peacock. 2007. *Dynamic Control and Spring*.MIT

Putra, Dian Mulana, Ferry Hadarry, Elang Derdian Maindani. Analisis Sistem Suspensi Mobil Menggunakan Kendali Logika Fuzzy.Vol. 1. No 1(2022) : 34-36

Rahadi, Andi Pujo. "Kendali Mode Luncur Pada Sistem Suspensi Aktif Dengan Simulasi MATLAB". Vol. 19, no.1(2020) : 4

Rohmad. 2015. Desain dan Analisis Kendali Sistem Suspensi Menggunakan PID dan Logika Fuzzy Dengan Simulink MATLAB. Skripsi. Semarang.Universitas Negeri Semarang.

Setiawan, Afrie. 2011. Aplikasi Mikrokontroler ATMega8535 dan ATMega 16 Menggunakan Bascom-AVR. Yogyakarta: Graha Ilmu.

SlideServe. Transmisi Otomatis. Diakses dari  
<https://id.scribd.com/mobile/doc/267844790/Transmisi-Otomatis-pada-tanggal-31-Januari-2023-pukul-21.07-wita>.

Sularso dan Kiyokatsu Suga. 1983. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen

Mesin.PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Utomo, Joko. 2016. *Rancang Bangun Pengendali dan Monitoring Motor DC menggunakan Komputer Berbasis Mikrokontroller*. Skripsi. Universitas Lampung, Lampung.

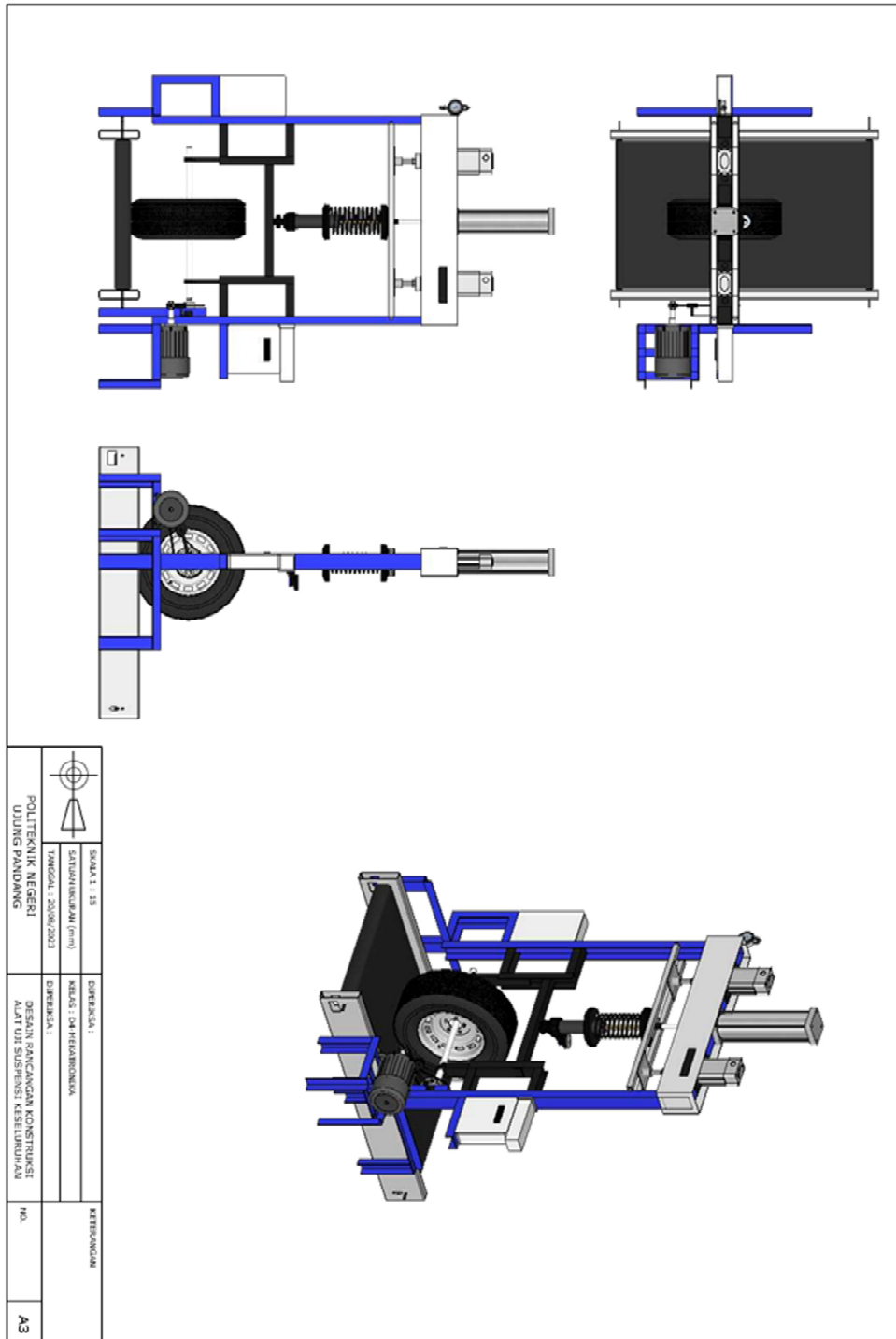
Utomo, Joko. 2016. *Rancang Bangun Pengendali dan Monitoring Motor DC menggunakan Komputer Berbasis Mikrokontroller*. Skripsi. Universitas Lampung, Lampung.

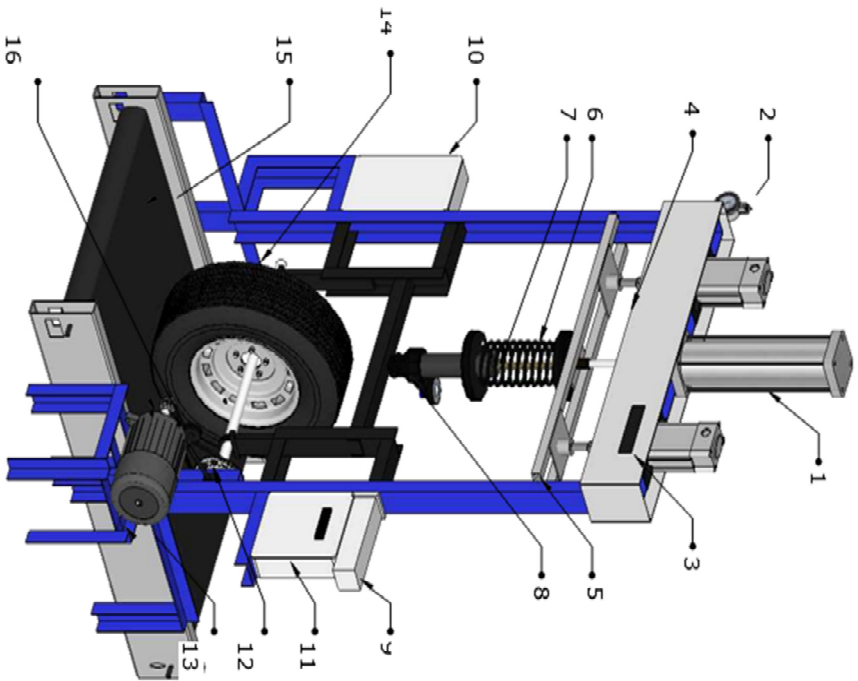


# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### Desain Alat Uji Suspensi





NO	KOMPONEN	JUMLAH	BAHAN	KETERANGAN
16	RAMPAI	2		DIBUAT
15	BELT CONVEYOR	1		DIBUAT
14	RODA KENDARAAN	1		STANDAR
13	MOTOR BLDC	1		STANDAR
12	RODA GIGI	1		STANDAR
11	PANEL ELEKTRONIK	1		STANDAR
10	PANEL ELEKTROPNEUMATIK	1		STANDAR
9	POWER SUPPLY	1		STANDAR
8	LOW ARM	1		DIBUAT
7	SHOCK ABSORBER	1		DIBUAT
6	COIL SPRING	1		DIBUAT
5	BODY ARM	1		DIBUAT
4	SENSOR ULTRASONIC	1		STANDAR
3	LCD 16x2	1		STANDAR
2	ALAT UKUR TEKANAN	1		STANDAR
1	SILINDER PNEUMATIK	3		STANDAR

## Lampiran 2

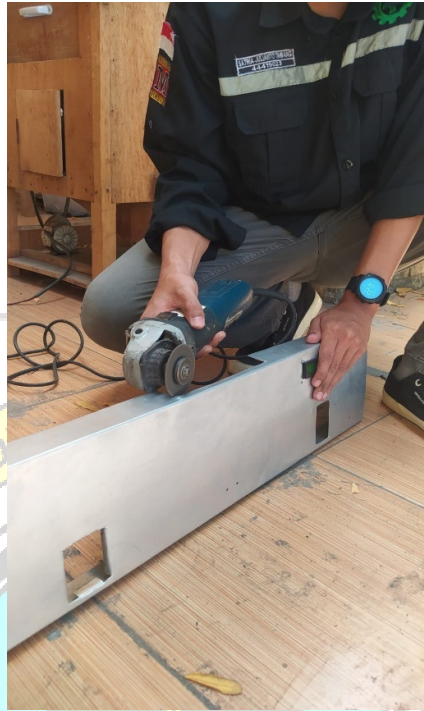
### Proses Pengerjaan Mekanik



Pemasangan Silinder Pnematik Sebagai Pembebanan



Pemasangan Selang Untuk Penyaluran Udara Bertekanan



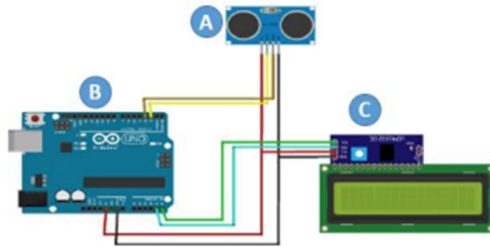
Pemotongan Plat





### Lampiran 3

#### Proses Pengerjaan Elektronik



Gambar Rangkaian Pembacaan Data  
(A) Sensor Ultrasonik, (B) Arduino Uno, (C) LCD



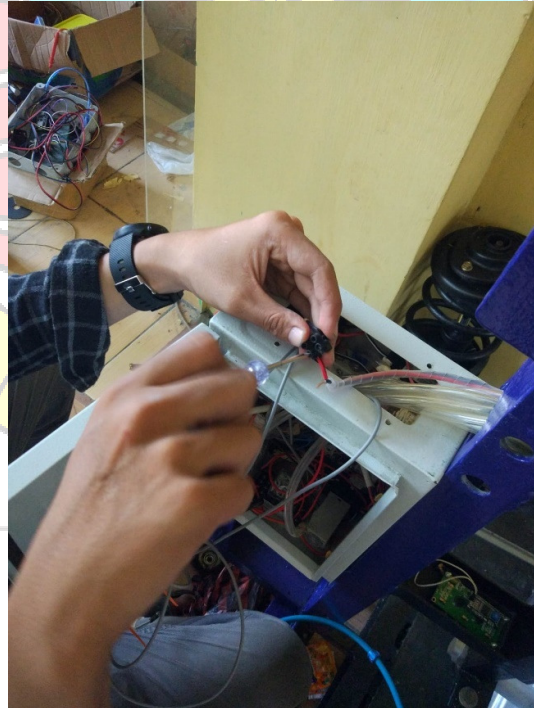
Pengujian Sensor Sebelum di Pasang Pada Alat Uji Suspensi



Pemasangan Arduino Pada Panel *Box*



Pemasangan Sensor Pada Silinder Pneumatik



Pemasangan Kabel Pada Elektropneumatik

## Lampiran 4

### Proses Pengerjaan Informatika



Proses Pengerjaan Program

```
arduinoTA | Arduino 1.8.16
File Edit Sketch Tools Help
arduinoTA $
1 //include <OneWire.h>
2 #include <SPI.h>
3 #include <SD.h>
4 #include <Wire.h>
5 #include <NewPing.h>
6 #include <SPI.h>
7 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //library LCD I2C
8
9 #define trigpin 5
10 #define echopin 6
11 #define maxdistance 200
12
13 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
14 NewPing sonar (trigpin, echopin, maxdistance);
15
16 const int chipSelect = 10; //cs or the ssv select pin from the sd shield is connected to 10.
17 #define _u1307_ _u1307_
18 #define _u1307_ _u1307_
19 #define _u1307_ _u1307_
20 //ultrasunik sensor
21 #define trigpin7 //penginisial kaki trigpin masuk pin 7
22 #define echopin6 //penginisial kaki echopin masuk pin 6
23
24 void setup()
25 {
26   Serial.begin(9600);
27   pinMode (trigpin, OUTPUT); //pin trigpin sebagai OUTPUT
28   pinMode (echopin, INPUT); //pin echopin sebagai INPUT
29 }
30 lcd.init(); //Menunjukkan bahwa lcd memiliki 16 kolom dan 2 baris
31 lcd.backlight(); //Cahaya Belakang
32 lcd.clear(); //bahwa lcd dalam keadaan bersih tanpa tulisan
33
```

Tampilan Program

```
arduinoOTA | Arduino 1.8.16
File Edit Sketch Tools Help

arduinoOTA
45 Serial.println("Berhasil Membuka Micro SD");
46 delay(1000);
47 Serial.println("Memeriksa Koneksi RTC...");
48 delay(1000);
49 //check on the Real Time Clock is on
50 if (! RTC.isRunning() ) {
51   Serial.println("RTC is NOT running!");
52   // following line sets the RTC to the date time this
53   // uncomment it upload to set the time, date and etc
54   RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
55 }
56 //write down the date (year/ month/ day   prints only
57   now = RTC.now();
58 }
59
60 void loop()
61 {
62   //Rumus mencari M, F, dan Jarak
63   int distance = sonar.ping_cm()*10 - 30;
64   //digitalWrite (trigpin, LOW); //membaca pin trigpin Low
65   delayMicroseconds (2);
66   //digitalWrite (trigpin, HIGH); //pin trigpin mengirim si
67   delayMicroseconds (10);
68   //digitalWrite(trigpin, LOW); //pin trigpin Low
69   //int duration = pulseIn (echopin, HIGH); //pin echo send
70   //int distance = duration /58.8 * 10 - 34 //rumus dalam mm
71   int F = 0.063 * 0.063 * 3.141592 / 4 * 484.30 * 2 * distance ; //rumus tampilkan gaya
72   int M = F / 10 ; //rumus tampilkan massa
73   Serial.println(distance);
74   Serial.println(F);
75   Serial.println(M);
76
77   //read the time
78   now = RTC.now();
```

### Tampilan Pada Saat Pengambilan Data

```
LATIHAN1.TXT - Notepad
File Edit Format View Help
Waktu/jarak: 16:26:40/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:26:48/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:26:53/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:26:59/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:27:5/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:27:10/0 mm
m = 0Kg
F = 0N
Waktu/jarak: 16:27:16/0 mm
m = 0Kg
Ln 1, Col 1    100%    Windows (CRLF)    UTF-8
```

### Data yang Tersimpan Pada SD Card



## Lampiran 5

### Biodata Penulis



**Ananta Mandoa Mangande.** Lahir di Tarakan pada tanggal 14 September 2001 dari ayah Gerson Liberty Butungan dan Ibu Eka Riana Mangande. Penulis adalah anak pertama dari 4 bersaudara. Tahun 2013 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 4 Saluputti. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 1 Makale dan tamat pada tahun 2016 kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tana Toraja Jurusan IPA dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima di Perguruan Tinggi Vokasi Politeknik Negeri Ujung Pandang melalui jalur SBMPN pada jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika. Penulis pernah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT. Semen Tonasa dan PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo Terminal Petikemas), Makassar, Sulawesi Selatan.





**Satria Julianto Timbang.** Lahir di Makale pada tanggal 4 Juli 2001 dari ayah Tato' Alik dan Ibu Alfrida . Penulis adalah anak ketiga dari 3 bersaudara. Tahun 2013 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 102 Makale 5. Pada tahun itu juga penulis melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 1 Makale dan tamat pada tahun 2016 kemudian melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tana Toraja Jurusan IPA dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis diterima di Perguruan Tinggi Vokasi Politeknik Negeri Ujung Pandang melalui jalur PMDK-PN pada jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika. Penulis pernah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo Terminal Petikemas), Makassar, Sulawesi Selatan.



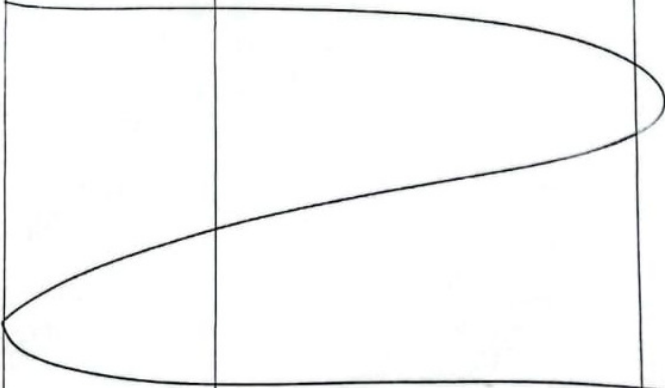
LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN  
UJIAN SIDANG SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Satria J. Timbang & Ananta M. Mangande

NIM : 444 19 023 & 444 19 004

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama Dosen	Uraian	Tanda Tangan
1.	Abram Tongler mandar	<p>*) Halaman hal. 71 → perbaiki sesuai aturan</p> <p>*) Sebelumnya alat ada untuk mengecek melintangnya.</p> <p>*) Lebih bagus gunakan kata "daraan ringan".</p> <p>*) Asuransi sebelumnya: Sebelum ada penumpang, pegangan sudah mempunyai simpangan → ditibakkan oleh brat mobil</p> <p>*) Fungsi utama suspensi adalah meredam getaran → bukan membuat simpangan.</p>	
2.	Irfan Halim misyah	<p>*) Halaman 41 → perbaiki</p> <p>*) Sensor proximity harus terpasang ke Gambar 3.1</p> <p>*) Halaman 50</p> <p>*) Jika periodelan → maka bukan suspensi.</p> <p>*) Gambar hal. 51, 60, 62, → apa fungsinya? di heat titik akhir.</p>	

No.	Nama Dosen	Uraian	Tanda Tangan
3.	Remigius Tandiga	*) Coba di eksplor berapa lama bisa kembali ke titik normal Lihat fotocopy laporan yang sudah diberikan	
4.	Lewi	*) Rangkaian kontrol, hal. 55. *) Tinjau ulang kesimpulan → jangan terlalu panjang	
			

Makassar, 1 September 2023

Sekretaris Penguji



**Ir. Remigius Tandiga, M.Eng. Sc.**  
NIP. 19810604 200604 1 003