



TUGAS AKHIR - TM 091486

**PERANCANGAN *INTERFACING* DAN *SOFTWARE* PEMBACAAN
DATA MEKANISME UJI KARAKTERISTIK SISTEM KEMUDI**

**ARIS YUDHA SETIAWAN
NRP. 2110 105 026**

**Dosen Pembimbing
Dr.Eng. Unggul Wasiwitono, ST., M.Eng.Sc.**

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT - TM 091486

***DESIGN OF INTERFACING AND SOFTWARE DATA READINGS
MECHANISM TEST THE CHARACTERISTICS OF THE STEERING
SYSTEM***

**ARIS YUDHA SETIAWAN
NRP. 2410 030 027**

**Academic Supervisor
Dr.Eng. Unggul Wasiwitono, ST., M.Eng.Sc.**

**Departement Of Mechanical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014**

PERANCANGAN INTERFACING DAN SOFTWARE PEMBACAAN DATA MEKANISME UJI KARAKTERISTIK SISTEM KEMUDI

Nama Mahasiswa : Aris Yudha Setiawan
NRP : 2110 105 026
Jurusan : Teknik Mesin FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Unggul Wasiwitono,
ST. M.Eng.Sc.

Abstrak

Sistem kemudi merupakan salah satu elemen penting pada sebuah mobil. Sistem kemudi mempunyai fungsi untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Salah satu jenis sistem kemudi yang umum digunakan adalah sistem kemudi *rack* dan *pinion*. Pada Tugas Akhir ini dirancang *interface* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi. *Interfacing* dan *software* pembacaan data dapat digunakan untuk membaca data sudut putar *steering wheel*, sudut putar roda kanan dan kiri, besarnya torsi, dan besarnya beban. *Interfacing* antara sensor dan computer menggunakan Arduino Uno. Dengan asumsi menggunakan sensor beban tipe LCM401-750 yang memiliki ketelitian 0,73 Kg, sensor torsi tipe CS1120 *Reaction Torque Sensor* yang memiliki ketelitian 0,3 Nm, sensor sudut *steering wheel* menggunakan potensimeter *multy turn* yang memiliki ketelitian 4° dan sensor sudut roda kanan & kiri menggunakan potensimeter *single turn* yang memiliki ketelitian 0,3°.

**DESIGN OF INTERFACING AND SOFTWARE DATA
READINGS MECHANISM TEST THE CHARACTERISTICS
OF THE STEERING SYSTEM**

Student Name : Aris Yudha Setiawan
NRP : 2110 105 026
Major : Teknik Mesin FTI – ITS
Supervisor : Dr. Eng. Unggul Wasiwitono,
ST. M.Eng.Sc.

Abstract

Steering system is one of the important elements in a car. Steering system has a function to adjust the direction of the vehicle by way of the front wheels to steer. One type of steering system commonly used is the rack and pinion steering system. In this final project designed interface and software for data readout mechanism test the characteristics of the steering system. Interfacing and data readout software can be used to read the data the rotational angle of the steering wheel, turn the wheel left and right, the magnitude of the torque, and the magnitude of the load. Interfacing between the sensors and the computer using the Arduino Uno. Assuming the load sensor type LCM401-750 which has accuracy of 0.73 Kg type torque sensor, CS1120, Reaction Torque Sensor which has a precision of 0.3 Nm, using a steering wheel angle sensor potentiometer multy turn head precision angle sensor and 4 wheel right & amp; the left using single turn memiliki potensimeter accuracy of 0.3.

**PERANCANGAN INTERFACING DAN SOFTWARE
PEMBACAAN DATA MEKANISME UJI KARAKTERISTIK
SISTEM KEMUDI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Desain
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

ARIS YUDHA SETIAWAN
NRP. 2110 105 026

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. Unggul Wasiwitono
ST., M.Eng.Sc (Pembimbing)
2. Dr. Eng. Harus Laksana
Guntur, ST., M.Eng (Penguji I)
3. Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA (Penguji II)
4. Dr. Wiwiek Hendrowati, ST., MT (Penguji III)

**SURABAYA
JANUARI 2014**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan *Interface* dan *Software* Pembacaan Data Mekanisme Uji Karakteristik Sistem Kemudi” tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)

Selama penyusunan Tugas Akhir, penulis telah menerima banyak bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Seluruh anggota keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a, semangat dan dukungannya selama masa kuliah.
2. Bapak Dr. Eng. Unggul Wasiwitono, ST., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang tiada hentinya memberikan arahan, dukungan dan sumbangsih pengetahuan hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST., M.Eng. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Wiwiek Hendrowati, ST., MT. selaku penguji Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Sigit Pramono,DEA. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Bambang Pramujati, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin-ITS.
6. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin-ITS, terima kasih atas pengetahuan yang telah diberikan.
8. M. Reza Pahlevi, Harmes Bastian T. dan Enggar Dwi W. teman seperjuangan dalam pengerjaan Tugas Akhir .
9. Teman-teman LJ Jurusan Teknik Mesin khususnya angkatan 2010, semoga angkatan kita sukses.

10. Manis Ayu Maharani yang setia mendampingi penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
11. Dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis selalu membuka kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan selanjutnya. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi diri sendiri dan pihak-pihak yang menggunakan.

Surabaya, Februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengukuran Teknik	5
2.1.1 Istilah-istilah Pengukuran Teknik	5
2.1.2 Konstruksi Alat Ukur	6
2.2 Arduino	7
2.2.1 Hardware Arduino	7
2.2.2 Software Arduino	9
2.3 Potensiometer	10
2.3.1 Prinsip Kerja Potensiometer	11
2.3.2 Jenis-jenis Potensiometer	11
2.3.2.1 Potensiometer Linier	11
2.3.2.2 Potensiometer Logaritmik	11
2.3.2.3 Potensiometer Digital	12
2.3.3 Menghitung Tegangan Potensiometer	12

BAB III	METODOLOGI.....	13
3.1	Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....	13
3.1.1	Studi Literatur.....	15
3.1.2	Perancangan Desain.....	15
3.1.3	Ide Rancangan.....	16
3.1.4	Penentuan Fungsi-fungsi dan Prinsip Kerja dalam Mekanisme serta Menyusun <i>Requirement List</i> (Daftar Tuntutan).....	18
3.1.5	Pemasangan <i>Interface</i> Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi <i>Rack</i> dan <i>Pinion</i>	20
3.1.6	Pembuatan Program Menggunakan <i>Software</i> Arduino.....	21
3.1.7	Uji Karakteristik <i>Interface</i> Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi <i>Rack</i> & <i>Pinion</i>	22
3.1.8	Analisa <i>Interface</i> Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi <i>Rack</i> & <i>Pinion</i>	22
3.1.9	Kesimpulan dan Saran.....	22
3.2	Prinsip Kerja Alat.....	22
3.3	Perhitungan Kalibrasi.....	23
3.3.1	Kalibrasi Pada Potensiometer Secara Teoritis.....	23
3.3.2	Kalibrasi Pada Potensiometer Secara Aktual.....	23
3.4	Langkah Pengambilan Data.....	24

BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Perhitungan Resistansi	25
4.1.1	Perhitungan Resistansi Pada Sensor Torsi.....	25
4.1.2	Perhitungan Resistansi Pada Sensor Sudut Kanan & Kiri.....	26
4.1.3	Perhitungan Resistansi Pada Sensor Beban	27
4.1.4	Perhitungan Resistansi Pada Sensor Sudut <i>Steering Wheel</i>	28
4.2	Proses Kalibrasi dan Grafik	29
4.2.1	Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut Roda Kanan.....	29
4.2.2	Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut Roda Kiri.....	30
4.2.3	Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut <i>Steering Wheel</i>	32
4.2.4	Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Beban	33
4.2.5	Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Torsi	35
4.3	Analisa Hasil Simulasi	36
4.3.1	Contoh Hasil Simulasi Pada Sensor Torsi	37
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA		

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hardware Arduino	8
Gambar 2.2	Skema Hardware Arduino	9
Gambar 2.3	Skema Potensiometer	11
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2	Mekanisme Peraga Sistem Kemudi <i>Rack</i> dan <i>Pinion</i>	16
Gambar 3.3	Posisi Sensor Sudut Pada Roda	16
Gambar 3.4	Posisi Sensor Sudut <i>Steering Wheel</i>	17
Gambar 3.5	Posisi Sensor Torsi Pada Kemudi	17
Gambar 3.6	Posisi <i>Load Cell</i> Untuk Mengukur Beban Kendaraan.....	18
Gambar 3.7	Program Arduino Untuk Pencatat Data Mekanisme Uji kemudi <i>Rack</i> dan <i>Pinion</i>	21
Gambar 3.8	Pengkalibrasian Potensiometer	24
Gambar 4.1	Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut Roda Kanan	30
Gambar 4.2	Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut Roda Kiri	31
Gambar 4.3	Grafik Tegangan Aktua I Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut <i>Steering Wheel</i>	33
Gambar 4.4	Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Beban	34
Gambar 4.5	Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Torsi	36
Gambar 4.6	Tampilan Software Delphi 7 Pada Saat Simulasi Pengambilan Data.....	37
Gambar 4.7	Grafik Hasil Simulasi Pada Sensor Torsi	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Prinsip Kerja dan <i>Requirement</i> Masing – masing Fungsi	19
Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada Roda Kanan	29
Tabel 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada Roda Kiri	30
Tabel 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada <i>Steering Wheel</i>	32
Tabel 4.4 Hasil Kalibrasi Sensor Beban	33
Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi Sensor Torsi	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin cepat mendorong manusia untuk mengembangkan produk teknologi yang lebih baik dari sebelumnya. Dalam dunia otomotif khususnya mobil terdapat banyak system yang bekerja. System-system tersebut bekerja saling berkaitan antara satu dengan yang lain, dan salah satunya adalah sistem kemudi. Sistem kemudi mempunyai fungsi untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Salah satu jenis sistem kemudi yaitu sistem kemudi *rack* dan *pinion*.

Untuk mengembangkan sistem kemudi *rack* dan *pinion* hingga didapatkan gaya-gaya yang paling efisien diperlukan pengujian di laboratorium. Pengujian di laboratorium memungkinkan untuk kontrol yang lebih besar disetiap percobaan, sehingga membutuhkan sebuah alat ukur untuk menunjang pengujian tersebut.

Alat ukur dirancang dalam bentuk *interfacing* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi. Dari alat ukur ini akan diketahui hubungan antara sudut putar *steering wheel* dengan sudut belok pada roda kanan dan kiri yang terbentuk. Selain itu dapat juga diketahui besarnya torsi yang dibutuhkan untuk memutar *steer* sehingga dapat diputuskan mobil tersebut menggunakan *power steering* atau tidak.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

- Bagaimana merancang *interfacing* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.
- Bagaimana merancang *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

- Menghasilkan *interfacing* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.
- Menghasilkan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.

I.4 Batasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini dirancang *interfacing* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi pada mobil yang sesuai dengan pembatasan sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini hanya membahas perancangan *interfacing* dan *software* pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.
2. Alat peraga yang akan digunakan berskala 1:2 (pada mobil sebenarnya).
3. Sudut belok roda maksimum yang diukur yaitu 60° dan minimum - 60°.
4. Sudut putar *steering wheel* maksimum yang diukur yaitu 750° dan minimum - 750°.
5. Rancang bangun alat peraga dilakukan M Reza Pahlevi.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Menyediakan peralatan laboratorium untuk digunakan dalam pengembangan dunia otomotif Indonesia.
2. Menyediakan alat ukur dalam bentuk *interfacing* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi secara khusus untuk mengembangkan sistem gerak belok kendaraan.
3. Memberikan informasi karakteristik kinerja mekanisme uji karakteristik sistem kemudi sebagai bahan acuan dalam improvisasi analisa lapangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini dilengkapi dengan sistematika penulisan yang bertujuan untuk memudahkan pembahasan masalah yang diangkat. Untuk memudahkan penyelesaian permasalahan yang ada, penyusun membagi dalam beberapa bab. Adapun sistematika penyusunannya adalah sebagai berikut:

- **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah dan tujuan yaitu mengenai permasalahan yang akan diuraikan dalam penyusunan tugas akhir ini.

- **BAB II : DASAR TEORI**

Bab ini menjabarkan tentang penelitian – penelitian terdahulu yang dilakukan oleh orang lain.

- **BAB III : METODOLOGI**

Pada bagian ini akan diuraikan metode yang digunakan dalam proses pembuatan *interfacing* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi.

- **BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN**
Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan pembagian tegangan pada sensor yang digunakan untuk pembuatan *interfacing* dan *software*.
- **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**
Dalam bab ini akan diuraikan hasil pembuatan *interfacing* dan *software* secara singkat serta saran untuk ke depan dalam pengembangan selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengukuran Teknik

Proses pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran tertentu (yang diukur) dengan besaran standar yang telah ditetapkan, atau dengan kata lain, mengukur (*measuring*) adalah membandingkan suatu besaran (besaran fisik) dengan besaran standar. Besaran fisik diantaranya berupa panjang, waktu, kecepatan, massa, gaya, dan sebagainya. Besaran standar harus mempunyai syarat-syarat seperti :dapat didefinisikan secara fisik, jelas dan tidak berubah dengan waktu, serta dapat digunakan sebagai pembanding dimana saja di dunia ini. (Nugraha, C.,2013).

2.1.1 Istilah-istilah Pengukuran Teknik

Berbagai istilah teknik yang paling sering digunakan dalam proses pengukuran atau untuk menyatakan sifat-sifat alat ukur adalah sebagai berikut:

- Kemampuan/Kemudahan Baca (*Reability*)
Kemudahan baca yaitu tingkat ketelitian pembacaan dari skala alat ukur,atau kemampuan sistem penunjukan dari alat ukur untuk memberikan suatu angka yang jelas. Hal ini tergantung dari sistem penunjukan garis skala, jarum, garis indeks, dan digital (elektris).
- Kepekaan (*Sensitivity*)
Kepekaan yaitu perbandingan antara gerak linier jarum penunjuk pada alat ukur tersebut dengan perubahan variabel yang diukur. Bisa juga diartikan sebagai kemampuan alat ukur untuk dapat merasakan perbedaan yang relatif kecil dari harga yang diukur.
- Histerisis (*Hysterisis*)
Histerisis yaitu adanya perbedaan hasil pembacaan pada saat pengukuran dilakukan dari arah yang berbeda, atau

penyimpangan yang timbul sewaktu dilakukan pengukuran secara kontinyu dari dua arah yang berlawanan.

- Ketelitian (*Accuracy*)
Ketelitian yaitu besarnya deviasi atau penyimpangan terhadap masukan yang diketahui, atau kesesuaian antara hasil pengukuran dengan harga sebenarnya yang dianggap benar.
- Ketepatan (*Precision*)
Ketepatan yaitu kemampuan untuk dapat menunjukkan hasil yang sama dari pengukuran yang dilakukan berulang-ulang dan identik.
- Kepasifan (*Passivity*)
Kepasifan merupakan kejadian dimana adanya suatu perbedaan/perubahan kecil dari harga yang diukur (yang dirasakan sensor) tidak menimbulkan suatu perubahan apapun pada jarum penunjuknya.
- Pergeseran (*Shifting, Drift*)
Pergeseran yaitu perbedaan harga yang ditunjukkan pada skala ukur dengan harga yang tercatat pada kertas grafik.
- Rantai Kalibrasi (*Traceability*)
Kalibrasi atau peneraan yaitu prosedur pembuktian di dalam penentuan suatu skala sistem. Dapat juga dikatakan mencocokkan harga-harga (bukan satuan harga) yang tercantum pada skala alat ukur dengan harga standar (harga sebenarnya).

2.1.2 Konstruksi Alat Ukur

Sebuah alat ukur terdiri dari beberapa bagian/part, diantaranya yaitu:

- **Sensor**
Sensor adalah peraba dari alat ukur, yaitu yang menghubungkan alat ukur dengan benda ukur. Jenis sensor ada beberapa macam, diantaranya yaitu: sensor hidrolik/pneumatis, sensor optis, dan sensor elektrik.

Sensor berfungsi untuk mendeteksi masukan yang dikehendaki pada pengukuran.

- **Pengubah**

Pengubah adalah bagian yang terpenting dari alat ukur, melalui isyarat dari sensor diteruskan, diubah atau diolah terlebih dahulu sebelum diteruskan ke bagian lain dari alat ukur tersebut (ke bagian penunjuk). Prinsip kerja dari pengubah berfungsi untuk memperbesar dan memperjelas perbedaan yang kecil dari geometri suatu obyek ukur.

- **Penunjuk/Pencatat**

Penunjuk/pencatat adalah bagian dari alat ukur yang mampu membaca harga dari hasil suatu pengukuran dengan ditunjukkan atau dicatat. Jenis penunjuk ialah penunjuk berskala dan penunjuk berangka (digital). Hampir semua alat ukur kecuali beberapa alat ukur standar dan alat ukur batas mempunyai bagian penunjuk.

2.2 Arduino

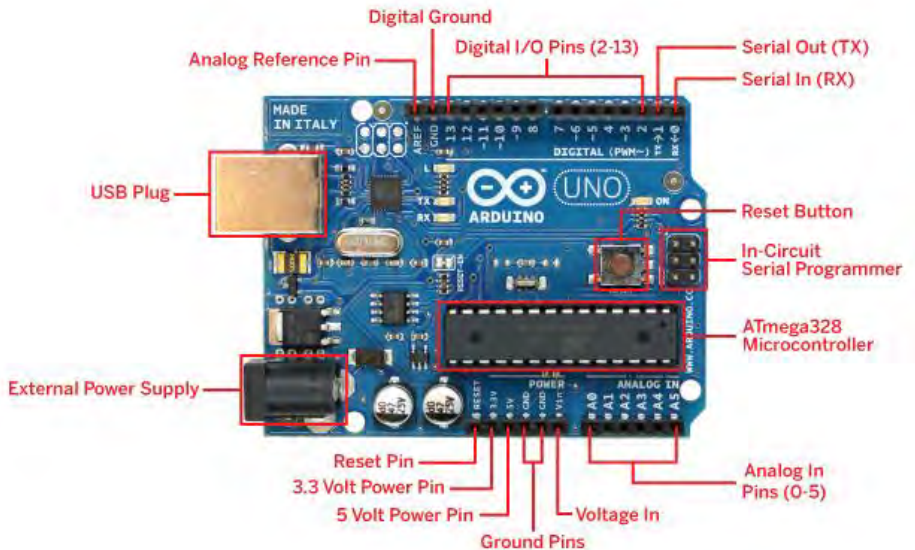
Arduino adalah sebuah microcontroller single-board dirancang untuk membuat proses menggunakan elektronik di multidisciplinary proyek agar lebih mudah diakses. Perangkat keras terdiri dari solution open source badan perangkat keras yang dirancang sekitar sebuah microcontroller 8-bit atmel avr, meskipun model baru telah dirancang di sekitar lengan atmel 32-bit.

Perangkat lunak tersebut terdiri dari standar bahasa pemrograman kompilator dan boot loader yang mengeksekusi di microcontroller. Arduino board dapat dibeli pre-assembled atau sebagai terpisah. Perangkat keras desain informasi yang tersedia bagi mereka yang ingin untuk merakit sebuah arduino sendiri.

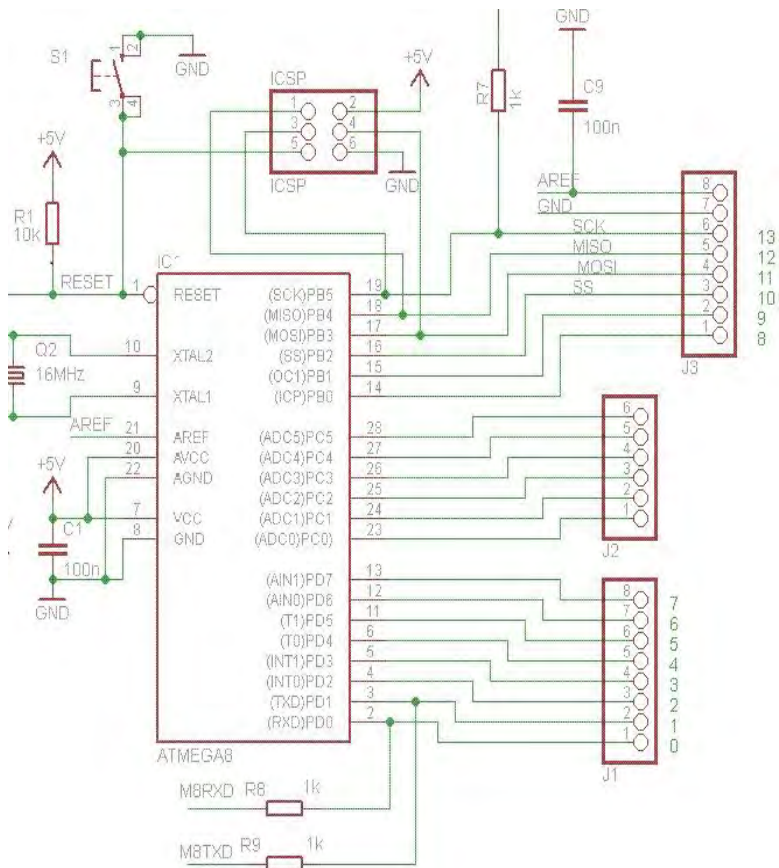
2.2.1 Hardware Arduino

Sebuah papan Arduino terdiri dari Atmel 8-bit AVR microcontroller dengan pelengkap komponen untuk memfasilitasi pemrograman dan penggabungan ke sirkuit lainnya. Aspek

penting dari Arduino adalah cara standar bahwa konektor yang memungkinkan papan CPU dihubungkan dengan berbagai macam modul dipertukarkan add-on yang dikenal sebagai perisai. Beberapa perisai berkomunikasi dengan papan Arduino langsung di atas berbagai pin, tetapi banyak perisai secara individual addressable via C serial bus, memungkinkan banyak perisai untuk ditumpuk dan digunakan secara paralel. Arduinos resmi telah menggunakan megaAVR seri chip, khususnya ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280, dan ATmega2560. Beberapa prosesor lainnya telah digunakan oleh Arduino yang Board termasuk regulator linier 5 volt dan 16 MHz kristal osilator (atau keramik resonator dalam beberapa varian), meskipun beberapa desain seperti LilyPad berjalan di 8 MHz dan mengeluarkan dengan regulator tegangan onboard karena bentuk facto tertentu.



Gambar 2.1 Hardware Arduino (sumber: www.zenbike.co.uk)



Gambar 2.2 Skema Hardware Arduino (sumber: www.wiringcircuit.com)

2.2.2 Software Arduino

Arduino lingkungan pengembangan terpadu (IDE) adalah sebuah aplikasi cross-platform yang ditulis di Jawa, dan berasal dari IDE untuk pengolahan pemrograman bahasa dan proyek-proyek kabel. Hal ini dirancang untuk memperkenalkan pemrograman untuk orang awam yang tidak terbiasa dengan

pengembangan perangkat lunak. Ini termasuk editor kode dengan fitur seperti penyorotan sintaks, penjepit pencocokan dan indentasi otomatis, dan juga mampu menyusun dan meng-upload program ke papan dengan satu klik. Biasanya ada tidak perlu untuk mengedit Makefile atau menjalankan program pada antarmuka baris perintah. Program atau kode yang ditulis untuk Arduino disebut sketsa.

Program Arduino yang ditulis dalam C atau C⁺⁺. Arduino IDE datang dengan sebuah software yang disebut “Wiring” dari proyek kabel asli, yang membuat banyak operasi input/output umum jauh lebih mudah. Pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat sebuah program eksekutif siklus runnable:

- `Setup ()`: fungsi menjalankan software pada awal dari sebuah program yang dapat menginisialisasi pengaturan.
- `Loop ()`: fungsi yang akan mengulang-ulang program sampai board power off.

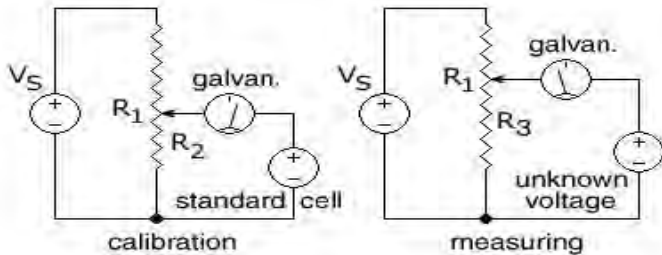
2.3 Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser.

Potensiometer jarang digunakan untuk mengendalikan daya tinggi (lebih dari 1 Watt) secara langsung. Potensiometer digunakan untuk menyetel taraf isyarat analog (misalnya pengendali suara pada peranti audio), dan sebagai pengendali masukan untuk sirkuit elektronik. Sebagai contoh, sebuah peredup lampu menggunakan potensiometer untuk menendalikan pensakelaran sebuah TRIAC, jadi secara tidak langsung mengendalikan kecerahan lampu.

2.3.1 Prinsip Kerja Potensiometer

Prinsip kerja potensiometer dapat diibaratkan sebagai gabungan dua buah resistor yang dihubungkan secara seri R_1 dan R_2 . Di dalam dua buah resistor ini nilai resistansinya dapat berubah – ubah. Nilai resistansi total dari resistor akan selalu tetap dan nilai ini merupakan nilai resistansi dari potensiometer. Jika nilai resistansi R_1 diperbesar, maka otomatis nilai resistansi dari R_2 akan berkurang, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2.3 Skema Potensiometer

2.3.2 Jenis-jenis Potensiometer

2.3.2.1 Potensiometer Linier

Potensiometer linier mempunyai unsur resistif dengan penampang konstan, menghasilkan peranti dengan resistansi antara penyapu dengan salah satu terminal proporsional dengan jarak antara keduanya.. Potensiometer linier digunakan jika relasi proporsional diinginkan antara putaran sumbu dengan rasio pembagian dari potensiometer, misalnya pengendali yang digunakan untuk menyetel titik pusat layar osiloskop.

2.3.2.2 Potensiometer Logaritmik

Potensiometer logaritmik mempunyai unsur resistif yang semakin menyempit atau dibuat dari bahan yang memiliki resistivitas bervariasi. Ini memberikan peranti yang resistansinya merupakan fungsi logaritmik terhadap sudut poros potensiometer.

Sebagian besar potensiometer log (terutama yang murah) sebenarnya tidak benar-benar logaritmik, tetapi menggunakan dua jalur resistif linier untuk meniru hukum logaritma. Potensiometer

log juga dapat dibuat dengan menggunakan potensiometer linier dan resistor eksternal. Potensiometer yang benar-benar logaritmik relatif sangat mahal. Potensiometer logaritmik sering digunakan pada peranti audio, terutama sebagai pengendali volume.

2.3.2.3 Potensiometer Digital

Potensiometer digital adalah sebuah komponen elektronik yang meniru fungsi dari potensiometer analog untuk diterapkan pada isyarat digital.

2.3.3 Menghitung Tegangan Potensiometer

Pada dasarnya potensiometer merupakan sebuah alat *voltage divider* (pembagi tegangan). Oleh karena itu untuk mendapatkan besarnya tegangan dapat menggunakan rumusan [Buku Process Control Instrumentation Technology, Curtis D. Johnson] :

$$V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_s \dots\dots\dots (2.1)$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 \dots\dots\dots (2.2)$$

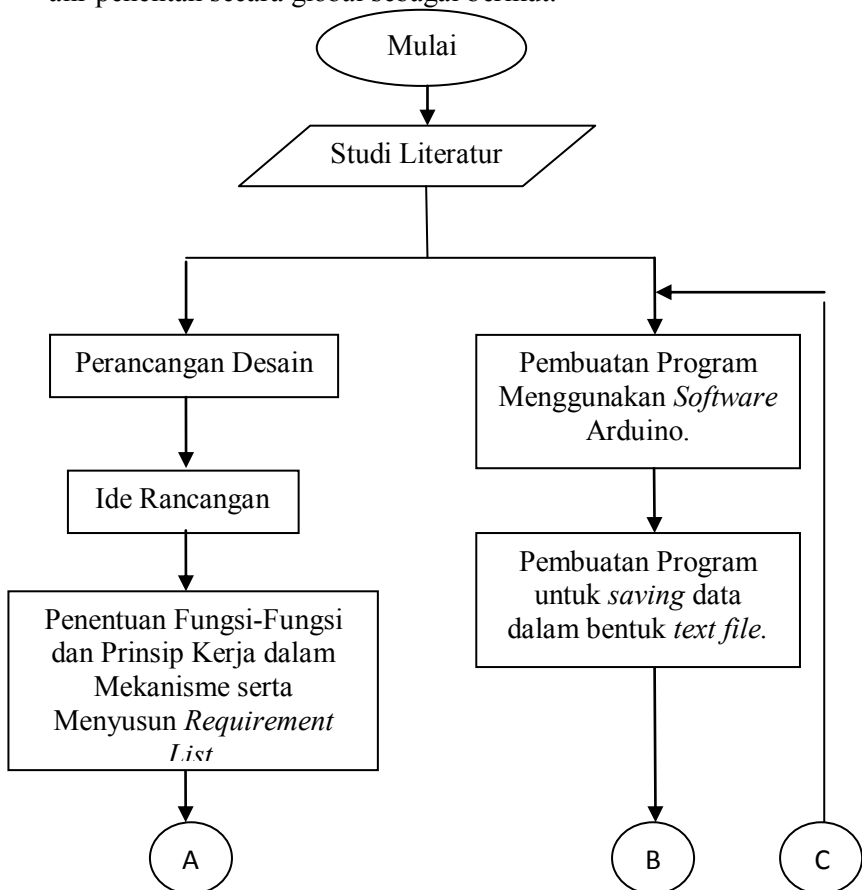
$$R_1 = \frac{\theta}{\theta_{\text{max}}} \times R \dots\dots\dots (2.3)$$

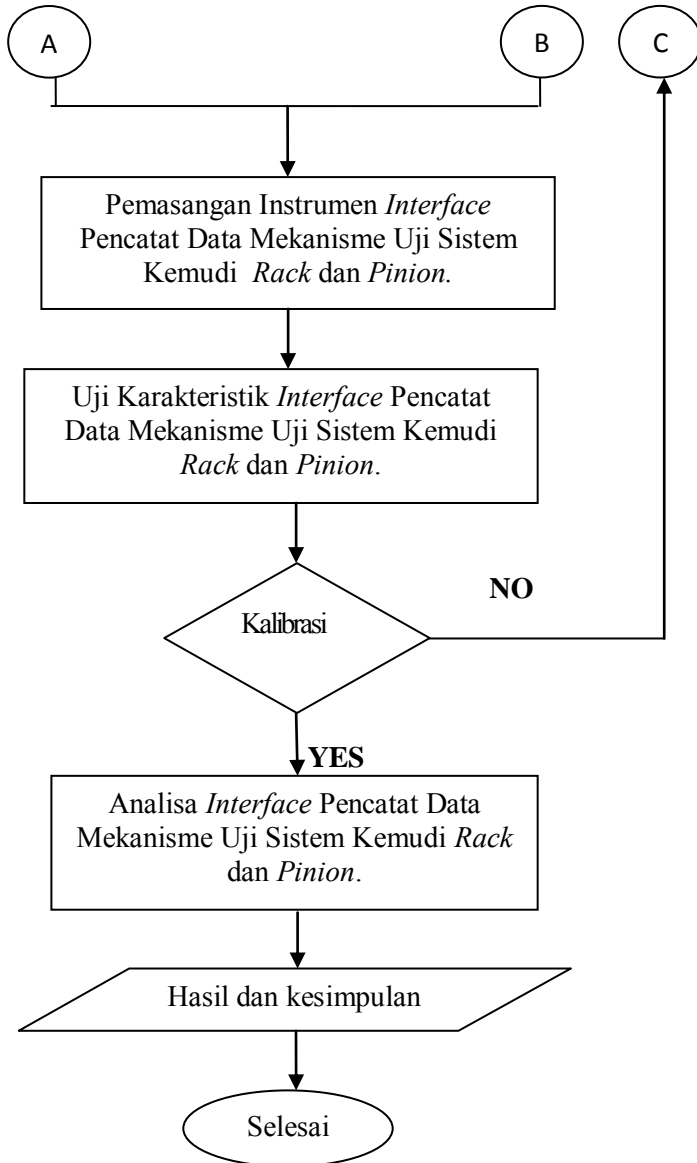
$$R_2 = R_{\text{total}} - R_1 \dots\dots\dots (2.4)$$

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

Pada penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menghasilkan *interface* dan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi, maka dari itu untuk memenuhi tujuan dari penelitian tugas akhir ini dibuat diagram alir penelitian secara global sebagai berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan tugas akhir ini secara umum pada gambar 3.1 dimulai dengan studi literatur mengenai prinsip – prinsip teknik pengukuran, jenis teknik pengukuran, pengenalan modul arduino, jenis sensor sudut. Kemudian melakukan analisa data pengujian karakteristik gerak belok dengan menggunakan prinsip gerak belok ideal (ackerman). Setelah data dianalisa, penulis mempersiapkan mekanisme alat ukur *steering system rack* dan *pinion* dengan menggunakan *software arduino* yang telah dibuat untuk diuji pada mekanisme uji sistem kemudi untuk mendapat karakteristik dari sistem kemudi tersebut dengan cara mencatat sudut belok roda, torsi, dan beban pada roda. Berdasarkan hasil yang didapatkan kemudian dibuat kesimpulan dan saran pada pelaksanaan tugas akhir kali ini.

3.1.1 Studi Literatur

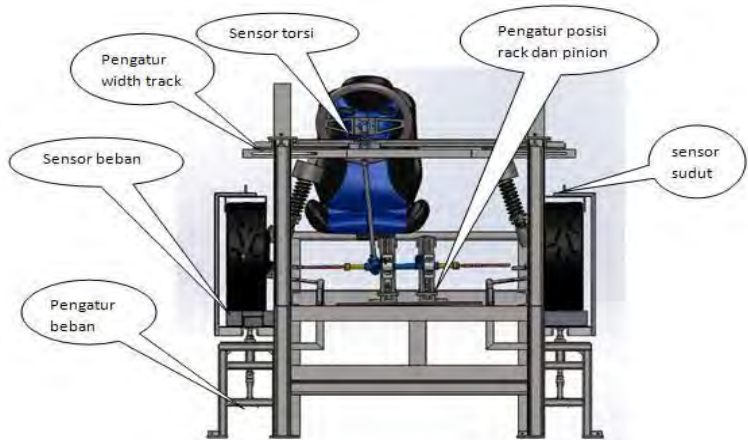
Studi literatur merupakan tahap yang pertama kali dilakukan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang menunjang dalam studi karakteristik respon getaran, baik melalui media cetak (*textbook, handbook*) maupun media elektronik (internet). Adapun data-data yang dikumpulkan antara lain mengenai sistem kemudi *rack* dan *pinion*, cara kerja sistem *rack* dan *pinion*, spesifikasi alat uji yang digunakan serta data lainnya yang dapat membantu atau mempermudah dalam penyusunan laporan penelitian tugas akhir.

3.1.2 Perancangan Desain

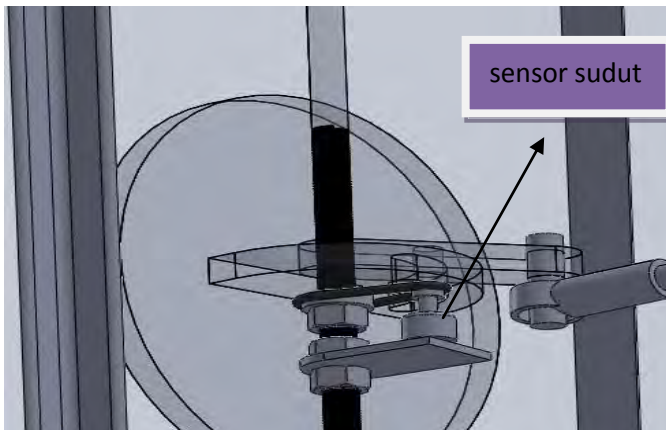
Setelah melakukan kajian pustaka, penelitian dikembangkan lagi menjadi perancangan desain. Dalam perancangan desain, penulis menggunakan bantuan software Solid Work. Penulis juga melakukan survei komponen-komponen yang tersedia di pasaran dengan melihat tabel dan juga terjun langsung ke suplier untuk menyesuaikan desain dengan ketersediaan komponen di lapangan .

3.1.3 Ide Rancangan

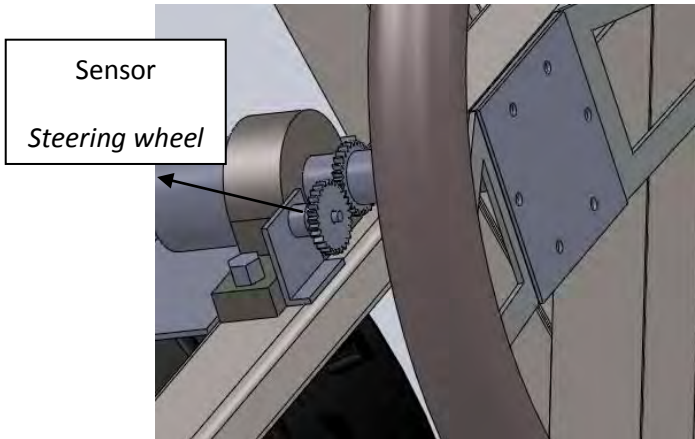
Ide rancangan mekanisme ini berupa mekanisme alat ukur sistem kemudi *rack* dan *pinion*. Ide rancangan awal dapat dilihat pada gambar 3.2



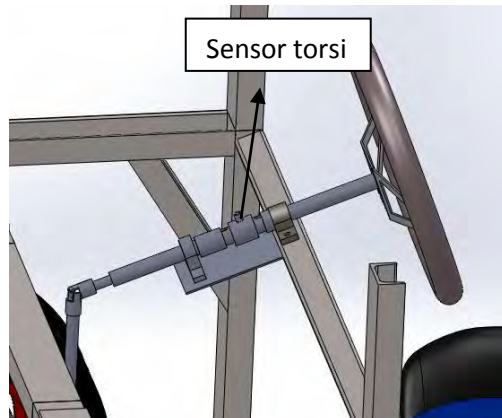
Gambar 3.2 Mekanisme Peraga Sistem Kemudi *Rack* dan *Pinion*.



Gambar 3.3 Posisi Sensor Sudut Pada Roda



Gambar 3.4 Posisi Sensor Sudut *Steering Wheel*



Gambar 3.5 Posisi Sensor Torsi Pada Kemudi






Gambar 3.6 Posisi *Load Cell* Untuk Mengukur Beban Kendaraan




3.1.4 Penentuan Fungsi-Fungsi dan Prinsip Kerja dalam Mekanisme serta Menyusun *Requirement List* (Daftar Tuntutan)

Pada dasarnya alat ukur sistem kemudi *rack* dan *pinion* adalah alat ukur yang diciptakan untuk mengukur besarnya perubahan sudut yang terjadi ketika *steering wheel* diputar. Sehingga, fungsi-fungsi dalam mekanisme alat ukur harus maksimal agar hasil yang didapatkan dapat akurat.

Perancangan disesuaikan dengan fungsi dan tuntutan baik yang distandarkan oleh badan standardisasi bidang otomotif atau syarat dari pengguna *steering system rack* dan *pinion*. Fungsi dan prinsip kerja serta daftar tuntutan secara lengkap dapat dilihat pada tabel 3-1.

Tabel 3-1 Prinsip Kerja dan *Requirement* Masing-masing Fungsi

No	Fungsi	Prinsip Kerja dan <i>Requirement</i>	Diagram Prinsip Kerja
1	Komputer	<p>Prinsip Kerja : sebagai perangkat untuk membuat program dan memproses data.</p> <p><i>Requirement</i> : mampu memberikan daya dan menyimpan data dengan baik.</p>	
2	Modul Arduino	<p>Prinsip Kerja : menyimpan program dari komputer.</p> <p><i>Requirement</i> : mampu menterjemahkan bahasa pemrograman hingga di dapat output.</p>	
3	Potensio meter	<p>Prinsip Kerja : mengatur besarnya hambatan pada rangkaian elektronik</p> <p><i>Requirement</i> : mampu bekerja maksimal dan berputar 360°.</p>	

4	PCB (<i>Printed Circuit Board</i>)	<p>Prinsip Kerja : sebagaiudukan dan penghubung antar komponen elektronika.</p> <p><i>Requirement</i> : mampu mendistribusikan sinyal elektro dengan baik.</p>	
5	Sensor Torsi	<p>Prinsip Kerja : sebagai pengukur besarnya torsi yang dibutuhkan untuk memutar <i>steering Wheel</i>.</p> <p><i>Requirement</i> : mampu besarnya torsi dengan akurat.</p>	
6	<i>Load Cell</i>	<p>Prinsip Kerja : sebagai pengukur besarnya beban yang diterima oleh roda.</p> <p><i>Requirement</i> : mampu besarnya beban dengan akurat.</p>	

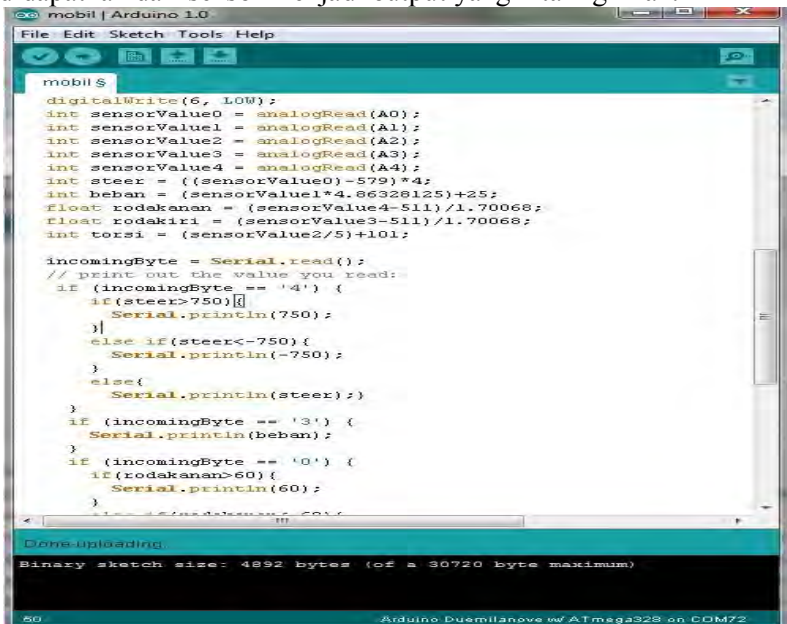
3.1.5 Pemasangan *Interface* Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi *Rack* dan *Pinion*.

Setelah dilakukan analisa, didapatkan model pemasangan *interface* pencatat data mekanisme uji sistem kemudi *rack* dan *pinion* yang tepat. Perancangan pemasangan dilakukan agar mekanisme *interface* pencatat data mekanisme uji sistem kemudi *rack* dan *pinion* benar-benar dapat bekerja ketika dilakukan pengambilan data bersama dengan alat uji sistem kemudi sesuai

dengan analisa. Tahapan perancangan awal yang dilakukan ialah menentukan posisi peletakkan potensiometer pada mekanisme alat uji sistem kemudi *rack* dan *pinion*. Potensiometer akan dipasang pada dudukan yang telah dirancang pada mekanisme alat uji sistem kemudi *rack* dan *pinion*. Pemasangan potensiometer yang berfungsi untuk mengetahui perubahan sudut belok roda yang terjadi pada mekanisme alat uji sistem kemudi *rack* and *pinion*.

3.1.6 Pembuatan Program Menggunakan Software Arduino

Pembuatan program ini bertujuan untuk memudahkan penggunaan alat ukur tersebut karena dengan adanya program ini maka kita dapat melihat hasil pengukuran yang dilakukan dilayar komputer. Program ini juga berfungsi untuk mengatur input yang didapatkan dari sensor menjadi output yang kita inginkan.



```
mobil $
digitalWrite(6, LOW);
int sensorValue0 = analogRead(A0);
int sensorValue1 = analogRead(A1);
int sensorValue2 = analogRead(A2);
int sensorValue3 = analogRead(A3);
int sensorValue4 = analogRead(A4);
int steer = ((sensorValue0)-579)*4;
int beban = (sensorValue1*4.86328125)+25;
float rodakananan = (sensorValue4-511)/1.70068;
float rodakiriri = (sensorValue3-511)/1.70068;
int torsi = (sensorValue2/5)+101;

incomingByte = Serial.read();
// print out the value you read:
if (incomingByte == '4') {
  if (steer>750){
    Serial.println(750);
  }
  else if (steer<-750){
    Serial.println(-750);
  }
  else{
    Serial.println(steer);
  }
}
if (incomingByte == '3') {
  Serial.println(beban);
}
if (incomingByte == '0') {
  if (rodakananan>60){
    Serial.println(60);
  }
}
```

Done uploading.
Binary sketch size: 4892 bytes (of a 30720 byte maximum)

50 Arduino Duemilanove w/ ATmega328 on COM72

Gambar 3.7 Program Arduino Untuk Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi *Rack* dan *Pinion*

3.1.7 Uji Karakteristik *Interface* Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi *Rack* dan *Pinion*.

Setelah perancangan mekanisme alat ukur *steering system rack* dan *pinion* selesai, dilakukan pengujian sistem kemudi *rack* dan *pinion* yang dipasang bersama dengan mekanisme alat ukur *steering system rack* dan *pinion*. Dari kondisi ini akan dapat dilihat apakah mekanisme alat ukur *steering system rack* dan *pinion* berjalan dengan baik atau tidak. Jika tidak berjalan dengan baik, maka perlu adanya perbaikan dan pergantian komponen yang sesuai.

3.1.8 Analisa *Interface* Pencatat Data Mekanisme Uji Sistem Kemudi *Rack* dan *Pinion*.

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui perubahan sudut yang terjadi ketika *rack* dan *pinion* digerakkan oleh *steering wheel* pada besaran sudut yang sudah ditentukan. Analisa dilakukan secara praktis. Secara praktis dilakukan dengan mengambil data hasil pengujian yang terekam pada komputer. Data yang diperoleh dari olahan *software* arduino langsung dalam bentuk angka.

3.1.9 Kesimpulan Dan Saran

Proses terakhir dalam diagram alir penelitian tugas akhir adalah membuat kesimpulan dan saran yang tepat mengenai analisa hasil uji alat ukur *steering system rack* dan *pinion* dengan menggunakan *software arduino* tersebut.

3.2 Prinsip Kerja Alat

Mekanisme *interface* pencatat data mekanisme uji sistem *rack and pinion* ini terdiri dari potensiometer yang berfungsi sebagai pengirim sinyal perubahan posisi pada roda, serta arduino yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari potensiometer yang kemudian diolah dan disimpan menjadi besaran angka perubahan sudut roda..Sistem ini juga dilengkapi sensor-sensor yang

digunakan untuk mengetahui pergerakan *rack and pinion* dan *steering wheel*.

3.3 Perhitungan Kalibrasi

Dalam melakukan pengukuran diharuskan untuk mengkalibrasi alat ukur yang akan digunakan terlebih dahulu. Tujuan dari proses pengkalibrasian adalah agar hasil pengukuran tersebut sesuai dengan standar nasional maupun internasional.

3.3.1 Kalibrasi Pada Potensiometer Secara Teoritis

Diketahui : R total = 20 K Ω

V_s = 5 V

$\theta_{p \text{ max}}$ = 300°

Potensio single turn max bisa berputar 300°

R total = R1 + R2

$R1 = \frac{R \text{ total}}{\theta_{p \text{ max}}} \times \theta_p$

$R2 = R \text{ total} - R1$

$V_d = \frac{R1}{R1 + R2} \times 5V$

Contoh Perhitungan Pada $\theta_p = 1^\circ$

$R1 = \frac{20000 \Omega}{300^\circ} \times 1^\circ = 66,667 \Omega$

$R2 = 20000 \Omega - 66,667 \Omega = 19933,333 \Omega$

$V_d = \frac{66,667 \Omega}{66,667 \Omega + 19933,333 \Omega} \times 5V = 0,01667 V$

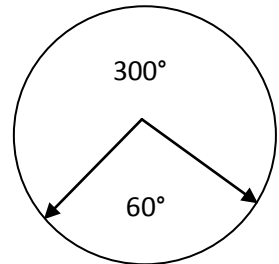
Sehingga setiap pergeseran $1^\circ = 0,01667 V$

Keterangan : θ_p = Sudut putar potensiometer

R = Hambatan

V_s = Tegangan supply

V_d = Tegangan divider



3.3.2 Kalibrasi Pada Potensiometer Secara Aktual

Langkah – langkah kalibrasi secara aktual, yaitu:

1. Memastikan potensiometer berada pada titik 0°.
2. Memutar potensiometer 10° searah jarum jam.

3. Mengukur tegangan keluar yang dihasilkan menggunakan Tangmeter.
4. Membandingkan tegangan hasil pengukuran dengan perhitungan teoritis.



Gambar 3.8 Pengkalibrasian Potensiometer

3.4 Langkah Pengambilan Data

Langkah- langkah pengambilan data untuk mengetahui karakteristik gerak belok aktual pada sistem kemudi tipe *rack and pinion* dilakukan dengan cara :

1. Memasang mekanisme alat ukur sistem kemudi pada alat uji sistem kemudi tipe *rack and pinion*.
2. Melakukan kalibrasi pada alat ukur agar data yang dihasilkan akurat.
3. Memastikan alat ukur berada pada angka nol.
4. Mengatur besarnya beban yang diinginkan.
5. Memutar *Steering Wheel* pada sudut tertentu yang sudah ditentukan.
6. Mencatat angka-angka yang dihasilkan pada tabel pengambilan data. Diantaranya yaitu : sudut *steering wheel*, sudut roda kanan dan kiri yang terbentuk, besarnya torsi dan besarnya beban.
7. Melakukan perubahan posisi *rack and pinion* dan panjang *tie rod*.
8. Kembali pada langkah ke-2 untuk pengambilan data pada sudut *Steering Wheel* selanjutnya hingga selesai.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Resistansi

Perhitungan resistansi merupakan perhitungan matematis yang diperlukan sebagai data pendukung sebelum membuat *software* pada Arduino. Dari perhitungan ini nanti akan didapatkan besarnya tegangan dan hambatan yang terjadi pada setiap kenaikan derajat kebebasan.

4.1.1 Perhitungan Resistansi Pada Sensor Torsi

Diketahui: Hambatan potensio : 5 K Ω (R1 + R2)

Tegangan supply : 4,70V

Torsi minimal : 0 Nm

Torsi maksimal : 300 Nm

Titik buta potensio : 60 °

Derajat Kebebasan : 300 °

- Saat posisi 0 ° torsi dalam keadaan 0 Nm

$$R1 = 0 \Omega$$

$$R2 = 5 K\Omega$$

$$Vd = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$= \frac{0 \Omega}{0 \Omega + 5K\Omega} \times 4,70 \text{ Volt}$$

$$= 0 \text{ Volt}$$
- Saat posisi 300 ° torsi dalam keadaan 300 Nm

$$R1 = 5 K\Omega$$

$$R2 = 0 \Omega$$

$$Vd = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$= \frac{5 K\Omega}{5K\Omega + 0 \Omega} \times 4,70 \text{ Volt} = 4,70 \text{ Volt}$$
- Resistansi 0,3 Nm sebesar :
 Selisih dari 0° ke 300° = 4,70 V
 Ketelitian = $\frac{300}{1000} = 0,3 \text{ Nm}$
 Sehingga, tiap 0,3 Nm = $\frac{4,70 \text{ V}}{1000} = 0,0047 \text{ Volt}$

$$0,0047 = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$0,015667 = \frac{R1}{5 K\Omega} \times 4,70 V$$

$$0,001 = \frac{R1}{5 K\Omega}$$

$$R1 = 5 \Omega$$

Jadi, resistansi tiap 0,3 Nm adalah 5 Ω

4.1.2 Perhitungan Resistansi Pada Sensor Sudut Roda Kanan & Kiri

Diketahui: Hambatan potensio : 20 K Ω (R1 + R2)

Tegangan supply : 4,70 V

Sudut minimal : - 60 °

Sudut maksimal : 60 °

Titik buta potensio : 60 °

Derajat Kebebasan : 300 °

- Saat roda berada pada titik 0°

$$R1 = 10 K\Omega$$

$$R2 = 10 K\Omega$$

$$\begin{aligned} Vd &= \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs \\ &= \frac{10 K\Omega}{10 K\Omega + 10 K\Omega} \times 4,70 \text{ Volt} \\ &= 2,35 \text{ Volt} \end{aligned}$$

- Saat roda berada pada titik 60°

$$\text{Setiap kenaikan } 60^\circ = \frac{60^\circ}{300^\circ} \times 20 K\Omega = 4 K\Omega$$

$$R1 = 14 K\Omega$$

$$R2 = 6 \Omega$$

$$\begin{aligned} Vd &= \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs \\ &= \frac{14 K\Omega}{14 K\Omega + 6 K\Omega} \times 4,70 \text{ Volt} \\ &= 3,29 \text{ Volt} \end{aligned}$$

- Resistansi 1° sebesar :

$$\text{Selisih dari } 0^\circ \text{ sampai } 60^\circ = 3,29 V - 2,35 V = 0,94 V$$

$$\text{Maka, setiap pergeseran } 0.3^\circ = \frac{0,954V}{200^\circ} = 0,00477 V$$

$$0,00477 = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$0,00477 = \frac{R1}{20\text{ K}\Omega} \times 4,70\text{ V}$$

$$0,001014 = \frac{R1}{20\text{ K}\Omega}$$

$$R1 = 20,297\ \Omega$$

Jadi, resistansi tiap $0,3^\circ$ adalah $20,297\ \Omega$

4.1.3 Perhitungan Resistansi Pada Sensor Beban

Diketahui: Hambatan potensio : $10\text{ K}\Omega$ ($R1 + R2$)

Tegangan supply : $4,70\text{ V}$

Beban minimal : 0 Kg

Beban maksimal : 750 Kg

Derajat Kebebasan : 360°

- Saat posisi 0 Kg , maka :

$$R1 = 0\ \Omega$$

$$R2 = 10\text{ K}\Omega$$

$$Vd = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$= \frac{0\ \Omega}{0\ \Omega + 10\text{ K}\Omega} \times 4,70\text{ Volt}$$

$$= 0\text{ Volt}$$

- Saat posisi 750 Kg , maka :

$$R1 = 10\text{ K}\Omega$$

$$R2 = 0\ \Omega$$

$$Vd = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$= \frac{10\text{ K}\Omega}{10\text{ K}\Omega + 0\ \Omega} \times 4,70\text{ Volt}$$

$$= 4,70\text{ Volt}$$

- Resistansi $0,73\text{ Kg}$ sebesar :

Selisih beban dari 0 Kg sampai $750\text{ Kg} = 750$

$$\text{Ketelitian} = \frac{4,70\text{ V}}{1027} = 0.73$$

$$\text{Sehingga, tiap } 0,73\text{ Kg} = \frac{4,70\text{ V}}{1027} = 0.004576\text{ Volt}$$

$$0,004576 = \frac{R1}{R1 + R2} \times Vs$$

$$0,004576 = \frac{R1}{10 \text{ K}\Omega} \times 4.7 \text{ V}$$

$$0,009736 = \frac{R1}{10 \text{ K}\Omega}$$

$$R1 = 9,7361 \text{ }\Omega$$

Jadi, resistansi tiap 0,73 Kg adalah 9,7361 Ω

4.1.4 Perhitungan Resistansi Pada Sensor Sudut *Steering Wheel*

Diketahui: Hambatan potensio : 10 K Ω (R1 + R2)
 Tegangan supply : 4,70 V
 Sudut minimal : -750°
 Sudut maksimal : 750°
 Derajat Kebebasan : 360 °

Karena data yang akan diukur mempunyai *range* yang sangat besar, untuk meminimalisir error maka ditambah R fixed 1,5 K Ω dirangkai seri.

- Saat posisi 0° (50% potensio), maka :
 $R1 = 5 \text{ K}\Omega$
 $R2 = 5 \text{ K}\Omega$
 $R3 = 1,5 \text{ K}\Omega$
 $Vd = \frac{R1+R3}{R1 + R2+R3} \times Vs$
 $= \frac{5 \text{ K}\Omega + 1,5 \text{ K}\Omega}{5\text{K}\Omega + 5\text{K}\Omega+1,5\text{K}\Omega} \times 4,70 \text{ Volt}$
 $= 2,656 \text{ Volt}$
- Saat posisi 360° (60% potensio), maka :
 $R1 = 6 \text{ K}\Omega$
 $R2 = 4 \text{ K}\Omega$
 $R3 = 1,5 \text{ K}\Omega$
 $Vd = \frac{R1+R3}{R1 + R2+R3} \times Vs$
 $= \frac{6 \text{ K}\Omega + 1,5 \text{ K}\Omega}{6\text{K}\Omega + 4\text{K}\Omega+1,5\text{K}\Omega} \times 4,70\text{Volt}$
 $= 3.065 \text{ Volt}$

- Resistansi
1 bit analog read pada arduino sebesar 0,0049 Volt,
sehingga $\frac{0,441 V}{0,0049 V} = 90$, maka ketelitiannya = $\frac{360^\circ}{90}$
= 4°
Sehingga, tiap $4^\circ = 0,0049$ Volt
$$0,0049 = \frac{R1+R3}{R1 + R2+R3} \times Vs$$
$$0,0049 = \frac{R1 + 1,5 K\Omega}{11,5 K\Omega} \times 4,70 V$$
$$R1 = 11,989 \Omega$$
Jadi, resistansi tiap 4° adalah 11,989 Ω

4.2 Proses Kalibrasi dan Grafik

Pengukuran tegangan dilakukan secara aktual dan juga menggunakan pendekatan teoritis. Pada proses pengambilan data secara aktual menggunakan alat voltmeter digital agar mempermudah pembacaan data.

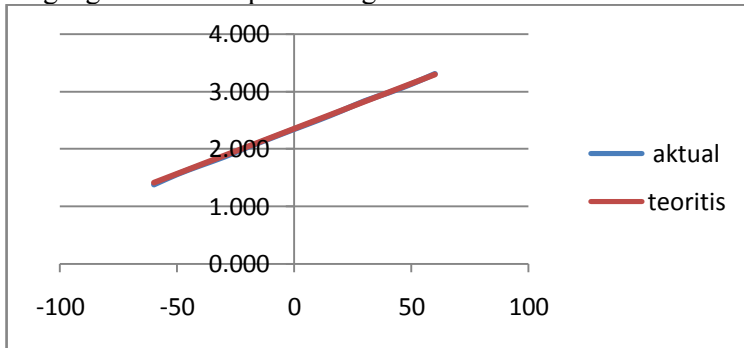
4.2.1 Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut Roda Kanan

Table 4.1 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada Roda Kanan.

Sudut Roda Kanan	Tegangan Aktual	Tegangan Teoritis
-60	1.384	1.4098
-50	1.564	1.5665
-40	1.718	1.7232
-30	1.865	1.8799
-20	2.032	2.0366
-10	2.191	2.1933
0	2.348	2.3500
10	2.501	2.5067
20	2.664	2.6634
30	2.835	2.8201

40	2.977	2.9768
50	3.131	3.1335
60	3.307	3.2902

Dari table 4.1 di atas maka dapat diperoleh grafik tegangan aktual vs tegangan teoritis seperti sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut Roda Kanan

Pada gambar 4.1 merupakan grafik perbandingan tegangan aktual dan tegangan teoritis pada sensor sudut roda kanan. Tren grafik yang terjadi pada tegangan aktual dan tegangan teoritis hampir sama yaitu naik. Akan tetapi pada tegangan aktual kenaikan nilai tegangan tidak konstan, hal dimungkinkan akibat kesalahan baca alat ukur tegangan.

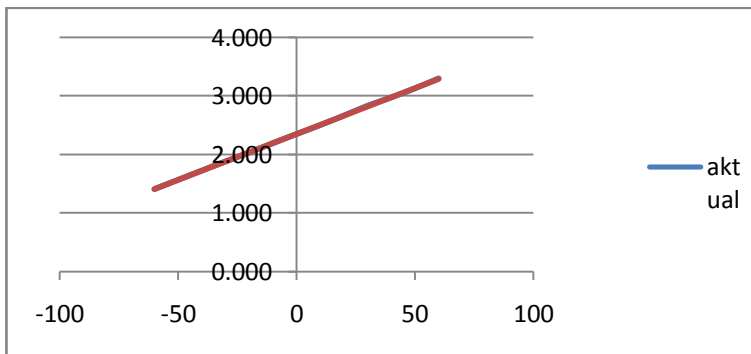
4.2.2 Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut Roda Kiri

Table 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada Roda Kiri

Sudut Roda Kiri	Tegangan Aktual	Tegangan Teoritis
-60	1.404	1.4098
-50	1.563	1.5665
-40	1.722	1.7232

-30	1.878	1.8799
-20	2.029	2.0366
-10	2.193	2.1933
0	2.348	2.3500
10	2.501	2.5067
20	2.664	2.6634
30	2.835	2.8201
40	2.977	2.9768
50	3.131	3.1335
60	3.303	3.2902

Dari table 4.2 di atas maka dapat diperoleh grafik tegangan aktual vs tegangan teoritis seperti sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut Roda Kiri

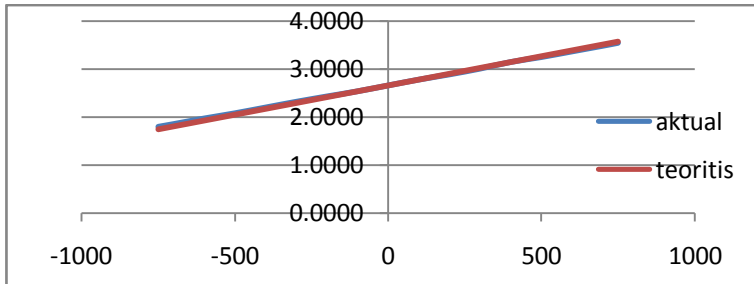
Pada gambar 4.2 merupakan grafik perbandingan tegangan aktual dan tegangan teoritis pada sensor sudut roda kiri. Tren grafik yang terjadi pada tegangan aktual dan tegangan teoritis hampir sama yaitu naik. Akan tetapi pada tegangan aktual kenaikan nilai tegangan tidak konstan, hal dimungkinkan akibat kesalahan baca alat ukur tegangan.

4.2.3 Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Sudut *Steering Wheel*

Table 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor Sudut Pada *Steering Wheel*

Sudut <i>Steering Wheel</i>	Tegangan Aktual	Tegangan Teoritis
-750	1.7940	1.7373
-700	1.8500	1.7985
-600	1.9670	1.921
-500	2.0750	2.0435
-400	2.1950	2.166
-300	2.3140	2.2885
-200	2.4250	2.411
-100	2.5320	2.5335
0	2.6540	2.656
100	2.7750	2.7785
200	2.8830	2.901
300	3.0030	3.0235
400	3.1410	3.146
500	3.2440	3.2685
600	3.3610	3.391
700	3.4780	3.5135
750	3.5390	3.57475

Dari table 4.3 di atas maka dapat diperoleh grafik tegangan aktual vs tegangan teoritis seperti sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Sudut *Steering Wheel*

Pada gambar 4.3 merupakan grafik perbandingan tegangan aktual dan tegangan teoritis pada sensor sudut *steering wheel*. Tren grafik yang terjadi pada tegangan aktual dan tegangan teoritis hampir sama yaitu naik. Akan tetapi pada tegangan aktual grafik yang terbentuk tidak lurus melainkan bergelombang. Hal ini dimungkinkan karena sensor yang dipakai sensitivitasnya tinggi hingga terjadi kesalahan baca.

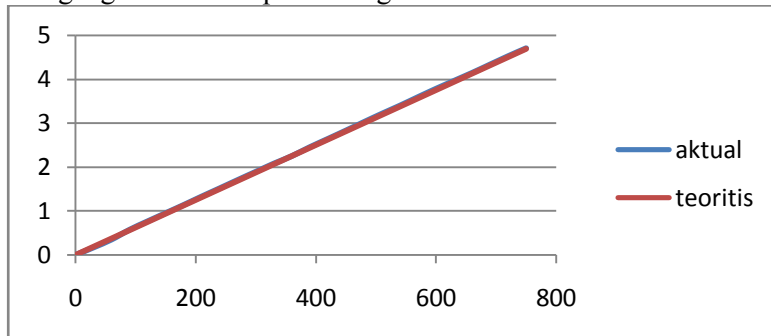
4.2.4 Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Beban

Table 4.4 Hasil Kalibrasi Pada Sensor Beban

Beban	Tegangan Aktual	Tegangan Teoritis
0	0	0
30	0.17	0.1878
60	0.35	0.3757
90	0.574	0.5635
120	0.765	0.7514
150	0.951	0.9392
180	1.137	1.1271
210	1.329	1.3149
240	1.516	1.5028

270	1.705	1.6906
300	1.891	1.8785
330	2.077	2.0663
360	2.249	2.2542
390	2.452	2.4420
420	2.639	2.6299
450	2.829	2.8177
480	3.022	3.0056
510	3.212	3.1934
540	3.396	3.3813
570	3.589	3.5691
600	3.779	3.7570
630	3.96	3.9448
660	4.14	4.1327
690	4.33	4.3205
720	4.52	4.5084
750	4.7	4.6962

Dari table 4.4 di atas maka dapat diperoleh grafik tegangan aktual vs tegangan teoritis seperti sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Beban

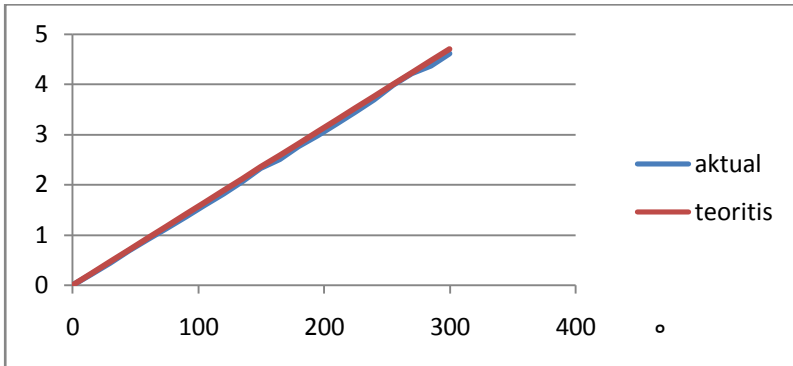
Pada gambar 4.4 merupakan grafik perbandingan tegangan aktual dan tegangan teoritis pada sensor beban. Tren grafik yang terjadi pada tegangan aktual dan tegangan teoritis hampir sama yaitu naik. Grafik yang terbentuk antara aktual dan tegangan dan teoritis pada sensor beban hampir satu garis, hal ini menunjukkan bahwa sensor tersebut bagus pada saat pembacaan data.

4.2.5 Hasil Kalibrasi dan Grafik Sensor Torsi

Table 4.5 Hasil Kalibrasi Pada Sensor Torsi

Torsi	Tegangan aktual	Tegangan teoritis
0	0	0
15	0.216	0.235
30	0.449	0.47
45	0.682	0.705
60	0.915	0.94
75	1.137	1.175
90	1.368	1.41
105	1.596	1.645
120	1.826	1.88
135	2.058	2.115
150	2.334	2.35
165	2.515	2.585
180	2.768	2.82
195	2.982	3.055
210	3.213	3.29
225	3.445	3.525
240	3.69	3.76
255	3.98	3.995
270	4.21	4.23
285	4.37	4.465

Dari table 4.5 di atas maka dapat diperoleh grafik tegangan aktual vs tegangan teoritis seperti sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Tegangan Aktual Vs Tegangan Teoritis Sensor Torsi

Pada gambar 4.5 merupakan grafik perbandingan tegangan aktual dan tegangan teoritis pada sensor torsi. Tren grafik yang terjadi pada tegangan aktual dan tegangan teoritis hampir sama yaitu naik. Akan tetapi pada tegangan aktual grafik yang terbentuk terdapat kerenggangan pada saat torsi 230 Nm sampai 290 Nm. Hal ini dimungkinkan karena sensor yang dipakai sensitivitasnya tinggi hingga terjadi kesalahan baca.

4.3 Analisa Hasil Simulasi

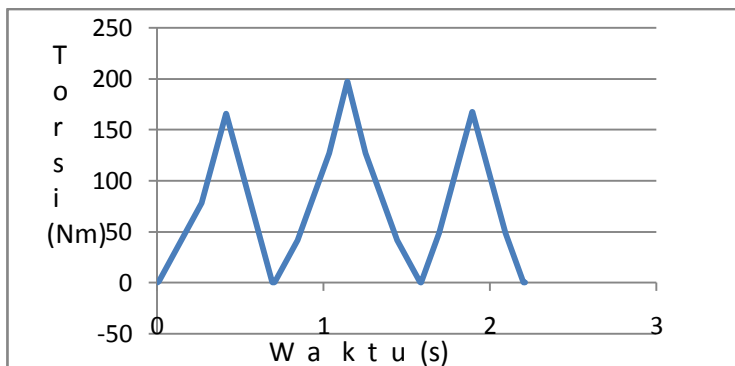
Dari pembuatan *interfacing* serta *software* menggunakan Arduino dapat disimulasikan beberapa jenis pengukuran pada system kemudi sebuah mobil. Pada tugas akhir ini dilakukan beberapa simulasi pengukuran, yaitu pengukuran sudut belok roda kanan, sudut belok roda kiri, sudut putar *steering wheel*, besarnya beban serta besarnya torsi. Hasil simulasi dari proses pengukuran tersebut akan ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 4.6 Tampilan Software Delphi 7 Pada Saat Simulasi Pengambilan Data

4.3.1 Contoh Hasil Simulasi Pada Sensor Torsi

Simulasi ini dilakukan untuk melihat apakah data yang dihasilkan atau yang dicatat sudah sesuai dengan yang diinginkan. Simulasi ini dilakukan dengan cara memutar potensio dengan cepat. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa cepat sensor dapat memberikan informasi tentang perubahan torsi.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Simulasi Pada Sensor Torsi

Pada gambar 4.7 merupakan grafik hasil simulasi pada sensor Torsi. Tren grafik yang terjadi cenderung naik hingga titik maksimum pada torsi = 147.29 Nm kemudian turun hingga titik 0 Nm. Hal ini terjadi karena potensiometer diputar hampir 50% putaran dengan sangat cepat lalu diputar ke titik 0 kembali sebanyak 3 kali.

Dari hasil simulasi tersebut didapatkan beberapa karakteristik alat ukur yang digunakan pada *interfacing* pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi :

- Sensor beban
 - Tipe : LCM401-750
 - Nilai minimum : 0 Kg
 - Nilai maksimum : 750 Kg
 - Ketelitian : 0,73 Kg
- Sensor sudut roda kanan
 - Tipe : Potensiometer *Single Turn*
 - Nilai minimum : - 60°
 - Nilai maksimum : 60°
 - Ketelitian : 0,3°
- Sensor sudut roda kiri
 - Tipe : Potensiometer *Single Turn*
 - Nilai minimum : - 60°
 - Nilai maksimum : 60°
 - Ketelitian : 0,3°
- Sensor sudut *steering wheel*
 - Tipe : Potensiometer *Multy Turn*
 - Nilai minimum : - 750°
 - Nilai maksimum : 750°
 - Ketelitian : 4°
- Sensor torsi
 - Tipe : CS1120 *Reaction Torque Sensor*
 - Nilai minimum : 0 Nm
 - Nilai maksimum : 300 Nm
 - Ketelitian : 0,3 Nm

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari simulasi sensor-sensor yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perancangan *interface* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi sudah berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari rangkaian kalibrasi yang menunjukkan bahwa tegangan teoritis dengan tegangan aktual yang terukur hampir sama.
2. Pada perancangan *software* untuk pembacaan data mekanisme uji karakteristik sistem kemudi sudah berfungsi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa angka yang terbaca sudah sesuai dengan batas minimal dan maksimal yang diinginkan.
3. Dengan asumsi menggunakan sensor beban tipe LCM401-750 yang memiliki ketelitian 0,73 Kg, sensor torsi tipe CS1120 *Reaction Torque Sensor* yang memiliki ketelitian 0,3 Nm, sensor sudut *steering wheel* menggunakan potensiometer *multy turn* yang memiliki ketelitian 4° dan sensor sudut roda kanan & kiri menggunakan potensiometer *single turn* yang memiliki ketelitian 0,3°.

5.2 Saran

1. Untuk menyempurnakan perancangan *interface* dan *software* yang telah dirancang diharapkan penelitian selanjutnya untuk membuat mekanisme uji karakteristik sistem kemudi dengan ukuran sebenarnya.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat atau lebih teliti maka penelitian selanjutnya dapat memakai jenis sensor yang lebih baik dari yang telah digunakan pada penelitian kali ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyash ,Akram. Kharoubi, Ahmad. and Yacoobi, Liela. **Autonomous Steering for an SAE Vehicle**. Dearborn. The university of Michigan.
- Gattis, J.L. dan Howard, D. Michael. 1998. **Large School Bus Design Vehicle Dimensions**. Adelaide : Adelaide University.
- Rochim, Taufik. 2001. **Spesifikasi, Metrologi, & Kontrol Kualitas Geometrik** . Bandung : ITB Bandung.
- Sutantra, I.N. dan Sampurno, Bambang. 2010. **Teknologi Otomotif Edisi Kedua**. Surabaya : Guna Widya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIOGRAFI PENULIS



Aris Yudha Setiawan – lahir pada 05 Januari 1990 di Kota Lamongan – Jawa Timur, adalah anak pertama dari dua bersaudara . Penulis mengenyam pendidikan mulai dari SD Negeri Pandanpancur III (1995-2001), SMP Negeri 1 Deket (2001-2004) dan SMA Negeri 1 Lamongan (2004-2007), kemudian melanjutkan ke Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (2007-2010) di Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya dengan NRP. 2110 105 026 dan menyelesaikannya pada bulan Februari 2014. Di Jurusan Teknik Mesin-Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Bidang Studi Desain. Memiliki hobi olahraga, hiking, Travelling dan membaca. Keinginan untuk mengamalkan ilmu yang didapat selama kuliah, mendorong penulis untuk mengambil topik tugas akhir “Perancangan *Interfacing* dan *Software* Pembacaan Data Mekanisme Uji Karakteristik Sistem Kemudi”. Penulis memiliki harapan agar ilmu yang telah didapatkan dapat diamalkan untuk keluarga, lingkungan, bangsa dan negara. Penulis dapat dihubungi melalui *email* dengan alamat mbahtimex@gmail.com.

HIGH-ACCURACY, LOW-PROFILE COMPRESSION LOAD CELL

STANDARD AND **MEtRIC** MODELS

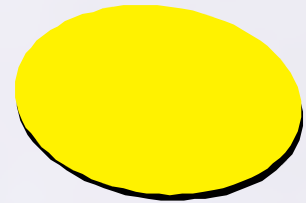
LC401 (Cable Style)

LC411 (Connector Style)

Compression

0-50 lb to 0-400,000 lb

0-25 kg to 0-5000 kgf



LC401/LCM401 Series

LC411/LCM411 Series

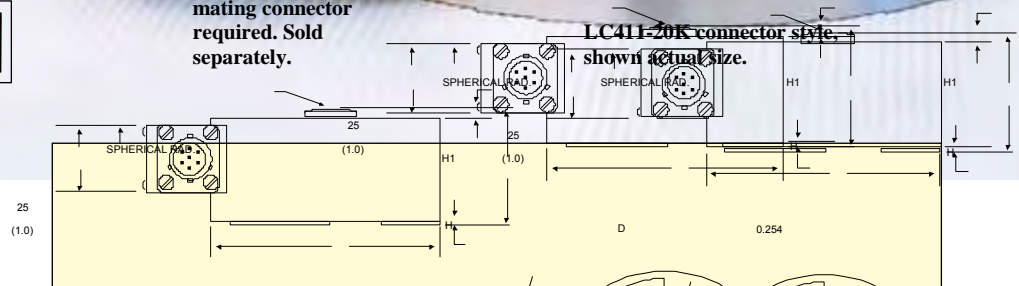


PT06F10-6S,
mating connector
required. Sold
separately.

LC411-20K connector style

shown actual size.

Standard



15,000 to 25,000	6806 to 11,343	83 (3.25)	41 (1.62)	2.3 (0.09)	6.4 (0.25)	69 (2.719)	10-32 UNF-2
50,000 to 75,000	22,686 to 34,029	127 (5.00)	64 (2.50)	3.0 (0.12)	6.4 (0.25)	105 (4.125)	*G" DIA., "T" THREAD x "K" DEEP ^{5/16} -24 UNF-2
100,000	45,372	152 (6.00)	89 (3.50)	3.8 (0.15)	9.4 (0.37)	124 (4.875)	^{28.6} ₁₆ -20 UNF-2
200,000	90,744	203 (8.00)	121 (4.75)	4.6 (0.18)	13 (0.50)	164 (6.438)	BOTTOM ₁₆ -18 UNF-2
300,000	136,116	229 (9.00)	121 (4.75)	4.6 (0.18)	16 (0.63)	191 (7.558)	₁₆ -16 UNF-2
400,000	181,488	254 (10.00)	121 (4.75)	6.4 (0.25)	19 (0.75)	216 (8.500)	₁₆ -14 UNF-2

MeTRIC MoDeLS

55 to 11,023	25 to 5000	66 (2.62)	32 (1.25)	2.3 (0.09)	6.4 (0.25)	56 (2.167)	M4 x 0.7
--------------	------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	----------

F-35

Models available or
with Inrail Bridge

LOW-PROFILE COMPRESSION LOAD CELLS

STANDARD MoDeLS

To Order Visit omega.com/lc401 for Pricing and Details

SPeCIFICATIOnS

excitation: 10 Vdc (15 Vdc maximum)

output: 3 mV/V ±0.25%

5-Point Calibration: Calibrated at 0%, 50%, 100%, 50%, 0%.

Note: Models >300,000 lb are calibrated to 300,000 lb. Full scale calibration above 300,000 lb within ±1% available.

Linearity:

>3000 lb: 0.10% FSO

δ3000 lb: 0.13% FSO

Hysteresis:

>3000 lb: 0.10% FSO

δ3000 lb: 0.12 % FSO

Repeatability: 0.05% FSO

Zero Balance: ±1% FSO

operating Temp Range:

-54 to 107°C (-65 to 225°F)

Compensated Temp Range:

16 to 71°C (60 to 160°F)

Thermal effects:

Zero: 0.0045% FSO/°C

Span: 0.006% FSO/°C

Safe overload: 150% full scale capacity

Ultimate overload: 300% full scale capacity

Bridge Resistance: 350 ±5 Λ

FS Deflection: 0.001 to 0.003" typical

CAPACITY

MoDeL No.

	lb kgf	CABLe	CoNNeCToR	CoMPATIBLe MeTeRS**
	50 23		LC401-50 LC411-50	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
	100 45		LC401-100 LC411-100	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
	250 114	LC401-250	LC411-250	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
	500 227	LC401-500	LC411-500	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
1000	455	LC401-1K	LC411-1K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
1500	682	LC401-1.5K	LC411-1.5K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
2000	909	LC401-2K	LC411-2K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
3000	1361	LC401-3K	LC411-3K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
5000	2269	LC401-5K	LC411-5K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
10,000	4537	LC401-10K	LC411-10K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S
15,000	6806	LC401-15K	LC411-15K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
20,000	9074	LC401-20K	LC411-20K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
25,000	11,343	LC401-25K	LC411-25K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
50,000	22,686	LC401-50K	LC411-50K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
75,000	34,029	LC401-75K	LC411-75K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
100,000	45,372	LC401-100K	LC411-100K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
200,000	90,744	LC401-200K	LC411-200K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
300,000	136,116	LC401-300K	LC411-300K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*
400,000	181,488	LC401-400K	LC411-400K	DP41-B, DP41-S, DP25B-S*

Construction: 17-4 PH stainless steel

electrical Connection:

LC401: 4.8 m (15') 4-conductor shielded PVC cable

LC411: PTIH-10-6P twist-lock connector (or equivalent)

Mating Connector: PT06F10-6S

K iSeries, DP41-S, DP25B-S

5000 11,023 **LCM401-5K**

LCM411-5K iSeries, DP41-S,
DP25B-S

*Comes complete with 5-point NIST-traceable
calibration and 59 k \wedge shunt data.*

*** Visit omega.com for compatible meters.*

*To order dual-bridge models, add suffix “-
DUAL” to model number and additional cost to
price.*

*To order optional 0 to 5 V output, add suffix “-
5V” to model number and additional cost to
price.*

Ordering Examples: LCM401-500, 500 kgf
capacity cable-style load cell;

LCM401-2.5K-DUAL, 2500 kgf capacity cable-
style dual-bridge load cell.

PT06F10-6S, mating connector (2 required on
dual-bridge models), sold separately.

ACCeSSoRy

MoDeL No.

DeSCRIPTIoN

PT06F10-6S

Mating connector

for LC411/LCM411 series load cells

CA-6PC24-3-015

Cable assembly

with twist-lock connector for

LC411/LCM411

series load cells

F-36

F I