



TUGAS AKHIR - TM 091486

PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA ALAT UJI SUSPENSI SEPEREMPAT KENDARAAN

AGUNG PATRIA MANDELA
NRP. 2109100024

Dosen Pembimbing
Dr. Eng Harus Laksana Guntur ST,M.Eng

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - TM 091486

DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM FOR QUARTER CAR SUSPENSION TEST RIG

AGUNG PATRIA MANDELA
NRP. 2109100024

Academic Supervisor
Dr. Eng Harus Laksana Guntur ST,M.Eng

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA ALAT UJI SUSPENSI MODEL SEPEREMPAT KENDARAAN

Nama Mahasiswa : Agung Patria Mandela
NRP : 2109100024
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Harus Laksana
Guntur,ST. M.Eng

ABSTRAK

Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Tugas utama dari sistem akuisisi data adalah mengakuisisi sinyal sensor yang biasanya berupa sinyal analog, mengubahnya menjadi sinyal digital dan memberikannya kepada sistem monitoring ataupun sistem pengendalian.

Dalam penelitian ini dilakukan pengakuisisian sinyal input berupa sensor accelerometer dengan cara merancang blok diagram pada software LabVIEW. Dan melakukan pengujian pada suspensi seprempat kendaraan dengan skala 1:1. Pengujian ini dilakukan dengan memperhitungkan beban dinamis maksimal yang terjadi saat massa kendaraan diberikan eksitasi. Baik eksitasi impuls ataupun eksitasi harmonik.

Adapun hasil yang didapat berupa keluaran grafik voltase dari pengujian suspensi, dan perbandingan nilai RMS (root mean square) dari data akuisisi national instruments dengan data akuisisi menggunakan digital oscilloscope.

Kata kunci: Amplitudo, quarter car suspension tes rig, suspensi, LabVIEW, eksitasi, data akuisisi

DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM FOR QUARTER CAR SUSPENSION TEST RIG

Name : Agung Patria Mandela
Reg Number : 2109100024
Department : Mechanical Engineering
Academic Supervisor: Dr.Eng. Harus Laksana
Guntur,ST. M.Eng

ABSTRACT

Data acquisition system can be defined as a system that functions to retrieve, collect and prepare the data, to process it to produce the desired data. The main task of the data acquisition system is to acquire sensor signals are usually in the form of an analog signal, converting it into a digital signal and give it to a system of monitoring or control system.

In this research, the acquisition of accelerometer sensor input signal by means of designing the block diagram in LabVIEW software. And suspension test for quarter vehicle with a scale of 1:1. The test is performed by taking into account the dynamic loads that occur when the maximum mass of the vehicle given excitation. Both excitation impulse or harmonic excitation.

The results obtained in the form of graphic output voltage of the test suspension, and a comparison of the RMS (root mean square) of National Instruments data acquisition with data acquisition using a digital oscilloscope

Key words: *Amplitude, quarter car suspension tes rig, suspension, LabVIEW, excitation, acquisition data*

**PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA ALAT
UJI SUSPENSI MODEL SEPEREMPAT KENDARAAN**

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

Oleh :

AGUNG PATRIA MANDELA

Nrp. 2109 100 024

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- 
1. Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST, M.Eng. (Pembimbing)
(NIP. 19750511 1999 031 001)
 2. Dr. Eng. Uggul Wasiwitono, ST, M.Eng. sc. (Penguji I)
(NIP. 197805 102001 12 1001)
 3. Dr. Wiwiek Hendrawati, ST, MT (Penguji II)
(NIP. 197004121997032003)
 4. Ir. J. Fubi (Penguji III)
(NIP. 194802201976031001)

**SURABAYA
JANUARI 2014**

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warohmatulloh Wabarokatuh

Alhamdulillah, puji syukur hanya layak dihaturkan kehadiran Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, hanya karena tuntunan Nyalah penulis akhirnya bisa menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA ALAT UJI SUSPENSI MODEL SEPEREMPAT KENDARAAN". Tak lupa shalawat serta salam untuk Nabi Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana S-1 di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dwi Fatrizal dan Endriarti yang telah menjadi orang-orang terbaik dalam hidup penulis, yang selalu memberikan do'a dan dorongan dalam segala kondisi.
2. Dr.Eng. Harus Laksana Guntur, ST.M.Eng yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Sekalipun Tugas Akhir ini selesai melalui proses yang cukup panjang dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut.

Penulis berharap semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Judul

Halaman Pengesahan	
Abstrak	i
Abstrac	ii
Kata pengantar.....	iii
Daftar isi	iv
Daftar Gambar	vii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 kajian Pustaka dari Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Penelitian sistem Akuisisi data.....	5
2.1.1.1 Pengembangan sistem akuisisi data oleh Kiswanta Universitas Indonesia	5
2.1.1.2 Pengembangan sistem akuisisi data oleh Dena Arif Widiyanto Universitas Diponegoro	6
2.1.1.3 Pengembangan sistem akuisisi data oleh Anisa Sarah Universitas Indonesia	7
2.1.2 Penelitian <i>quarter car suspension test rig</i>	8
2.2 Teori Penunjang	13
2.2.1 Data akuisisi	13
2.2.2 Element-element dasar data akuisisi	14
2.2.2.1 Persoal komputer	14
2.2.2.2 Tranduser	15
2.2.2.3 Pengkondisian sinyal	15
2.2.2.4 Perangkat keras akuisisi data (DAQ)	17
2.2.2.5 Perangkat lunak akuisisi data (DAS).....	21
2.2.2.6 Perangkat keras penganalisaan	21
2.2.3 Macam-macam sistem akuisisi data menurut	

Strukturnya	23
2.2.3.1 Closed loop one way data acquisition system ..	23
2.2.3.2 Multichannel data acquisition system	24
2.2.3.3 Synchronous data acquisition system	25
2.2.3.4 Fast data acquisition system.....	26
2.2.4 Filtering	27
2.2.4.1 Ideal filter	27
2.2.4.2 Cara filter mempengaruhi sinyal frekuensi Konten	28
2.2.5 Kalibrasi	29
2.2.5.1 Tujuan kalibrasi.....	30
2.2.5.2 Manfaat kalibrasi	30
2.2.6 LabVIEW	30
2.2.6.1 Front panel.....	31
2.2.6.2 Blok diagram	32
2.2.6.3 Control dan functions pallete.....	33
2.2.7 Sistem suspensi pada kendaraan roda empat.....	34
2.2.8 Mekanika getaran	36
2.2.9 Getaran pada suspensi kendaraan	37
BAB 3 METODOLOGI	
3.1 Metode Penelitian.....	41
3.2 Studi Literatur	43
3.3 Perangkaian Hardware	43
3.4 Perancangan Block Diagram	44
3.4.1 Perancangan block diagram DAQ	45
3.4.2 Perancangan block diagram grafik	48
3.5 Pengkalibrasian Alat Ukur	49
3.6 Set Up Pengujian Shock Absorber	49
3.7 Melakukan Pengujian dan Analisa Hasil.....	51
3.8 Peralatan yang Digunakan.....	51
3.8.1 Accelerometer	51
3.8.2 National instruments.....	53
3.8.3 Suspension test rig.....	53

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Pembahasan Grafik untuk Eksitasi 2 hz 55
4.2 Pembahasan Grafik untuk Eksitasi 1 hz 58

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 61
5.2 Saran..... 61

DAFTAR PUSTAKA 63

LAMPIRAN

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi sistem akuisisi data dan temperature.....	6
Gambar 2.2 Skema distribusi data EKG.....	7
Gambar 2.3 Skematik perancangan system.....	8
Gambar 2.4 Quarter Car Test rig yang dikembangkan MTS (Sumber :Justin D. Langdon’s thesis).....	9
Gambar 2.5 quarter car test rig yang dikembangkan ServoTest (Sumber : Justin D. Langdon’s thesis).....	9
Gambar 2.6 Quarter Car Test Rig dengan Trek kontur jalan (sumber : http://www.utem.edu.my).....	10
Gambar 2.7 Quarter Car Suspension Test Rig yang dikembangkan oleh Universitas Teknologi Malaysia (sumber : Research Management Centre Universiti Teknologi Malaysia).....	11
Gambar 2.8 Quarter Car Suspension Test Rig dengan servo hydraulic acuator (sumber : justin D. Langdon thesis).....	12
Gambar 2.9 Konstruksi Quarter car Suspension Test Rig ITS.....	12
Gambar 2.10 Elemen-elemen sistem akuisisi data berbasis PC...14	
Gambar 2.11 penguat terkontrol inverting.....	16
Gambar 2.12 Penguat terkontrol non-inverting.....	17
Gambar 2.13 <i>Closed Loop One Way Data Acquisition System</i> ...23	
Gambar 2.14 <i>Multichannel Data Acquisition System</i>	24
Gambar 2.15 <i>Synchronous Data Acquisition System</i>	25
Gambar 2.16 <i>Fasts Data Acquisition System</i>	26
Gambar 2.17 Respon frekuensi ideal.....	28
Gambar 2.18 Jenis filter	28
Gambar 2.19 Output dari filter salam setiap kasus.....	29
Gambar 2.20 Tampilan Front Panel.....	32
Gambar 2.21 Tampilan Blok Diagram.....	32
Gambar 2.22 Tampilan <i>Control Pallete</i>	33
Gambar 2.23 Tampilan <i>Functions Pallete</i>	34
Gambar 2.24 Pegas <i>Damper (Dion, 2011)</i>	35
Gambar 2.25 Lengan Suspensi (<i>Dion, 2011</i>).....	36

Gambar 2.26 Mekanisme Pegas dengan Beban pada Ujungnya..	37
Gambar 2.27 Model Getaran pada Suspensi Kendaraan.....	37
Gambar 2.28 Grafik <i>Transmissibility dengan Frequency Ratio</i> (Rao,2004).....	39
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	42
Gambar 3.2 Alur Perancangan Hardware.....	43
Gambar 3.3 Sensor Accelerometer.....	43
Gambar 3.4 National Instrument	44
Gambar 3.5 Personal Computer.....	44
Gambar 3.6 Alur Perancangan Block Diagram DAQ.....	45
Gambar 3.7 Pemilihan Block DAQ Asistan.....	45
Gambar 3.8 pemilihan sinyal input.....	46
Gambar 3.9 Pemilihan Chanel Input.....	46
Gambar 3.10 Penyetingan Parameter DAQ.....	47
Gambar 3.11 Block Diagram DAQ.....	47
Gambar 3.12 Alur Penyetingan Block Diagram Grafik.....	48
Gambar 3.13 Penyetingan Kurva Pada Front Panel.....	48
Gambar 3.14 Tampilan Grafik Pada Block Diagram dan Front Panel.....	48
Gambar 3.15 sketsa alat uji suspense.....	49
Gambar 3.16 Alur Penyetingan Alat Uji.....	50
Gambar 3.17 Beban yang akan digunakan.....	50
Gambar 3.18 Suspensi yang diuji.....	50
Gambar 3.19 National Instrument.....	51
Gambar 3.20 Accelerometer 103.....	52
Gambar 3.21 National Instrumen tipe NI USB-6221 BNC.....	53
Gambar 3.22 <i>Suspension Test Rig</i>	53
Gambar 4.1 Pengukuran unsprung (LabVIEW) 2hz-tanpa filter.....	55
Gambar 4.2 Pengukuran unsprung (Digital Oscilloscope) 2hz- tanpa filter	55
Gambar 4.3 Pengukuran unsprung (LabVIEW) 2hz-filter.....	56
Gambar 4.4 Pengukuran unsprung (Digital Oscilloscope) 2hz- filter.....	56

Gambar 4.5 Pengukuran unsprung (LabVIEW) 1hz-tanpa Filter.....	58
Gambar 4.6 Pengukuran unsprung (Digital Oscilloscope) 1hz-tanpa filter	58
Gambar 4.7 Pengukuran unsprung (LabVIEW) 1hz-filter.....	59
Gambar 4.8 Pengukuran unsprung (Digital Oscilloscope) 1hz-filter.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri Otomotif, dibutuhkan penelitian dan pengembangan karena permintaan pasar yang berubah-ubah. Di Indonesia pada khususnya, membutuhkan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk mampu memproduksi mobil nasional agar Indonesia menjadi lebih mandiri. Sebuah produk mobil dibuat menyesuaikan permintaan pasar. Salah satunya adalah kenyamanan penumpang dengan meminimalkan perpindahan vertikal akibat permukaan jalan yang tidak rata. Selain itu, pengembangan dilakukan agar meminimalkan energi yang terbuang sia-sia dalam sistem kendaraan, yaitu energi yang dihasilkan oleh getaran atau gerakan suspensi.

Sistem suspensi merupakan komponen utama dari kendaraan. Syarat dari sistem suspensi yang baik adalah mampu mengurangi percepatan dan perpindahan arah vertikal yang diakibatkan oleh kontur jalan yang diterima oleh ban. Desain suspensi bergantung pada jenis dan pengguna kendaraan. Untuk mengembangkan suspensi hingga sesuai dengan permintaan diperlukan pengujian baik secara langsung pada kendaraan atau pengujian di laboratorium. Sebuah tren yang penting di Industri adalah dengan memanfaatkan lebih dalam ruangan tes laboratorium berbasis peralatan. Pengujian di laboratorium memungkinkan untuk kontrol yang lebih besar di setiap percobaan. Dalam pengujian sistem pengendali di industri, kebutuhan untuk pengambilan dan pengolahan data menjadi semakin kompleks, semakin variatif dan semakin banyak, sehingga dibutuhkan suatu perangkat yang dapat menangani kebutuhan tersebut, salah satunya adalah dengan sistem akuisisi data. Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang dipilih pada umumnya

bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk siap yang siap untuk diproses lebih lanjut. Tugas utama dari sistem akuisisi data adalah mengakuisisi sinyal sensor yang biasanya berupa sinyal analog, mengubahnya menjadi sinyal digital dan memberikannya kepada sistem monitoring ataupun sistem pengendalian. Sistem akuisisi data tersebut biasanya dikendalikan oleh program dalam sebuah *personal computer* (PC). Salah satu program aplikasi yang cukup terkenal dalam dunia industri adalah LabVIEW, yang dibuat oleh perusahaan National Instrument (NI).

Adapun tujuan utama dari tugas akhir ini adalah untuk mengembangkan sistem akuisisi data pada alat uji suspensi dan merancang algoritma program untuk dapat mengakuisisi datapengujian dengan menggunakan software LabVIEW.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang blok diagram untuk dapat mengakuisisi data dan menerima sinyal input dari LabVIEW dengan baik.
2. Bagaimana mengembangkan sistem akuisisi data pada alat uji suspensi model seperempat kendaraan.
3. Bagaimana mengaplikasikan sistem akuisisi data untuk pengujian shock absorber pada sistem suspensi.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang blok diagram untuk dapat mengakuisisi data dan menerima sinyal input dari alat ukur National Instrument.

2. Mengembangkan sistem akuisisi data pada alat uji suspensi model seperempat kendaraan.
3. Menguji shock absorber sebagai objek untuk membuktikan sistem akuisisi data dapat bekerja dengan baik.

I.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada tugas akhir ini diperlukan beberapa batasan masalah. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Beban kendaraan yang digunakan 200 kg (seperempat bagian kendaraan).
2. Instalasi suspensi dipasang vertikal.
3. Gerakan yang dianalisa hanya arah vertikal.
4. Pengaruh konstanta ban diabaikan.
5. Sampling rate 100 data/secon.

I.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menyediakan data pengaruh pengguna RSA pada respon gerak dan kecepatan yang telah ditentukan.
2. Dapat mempermudah pengambilan data dengan berbagai macam sinyal input yang diberikan dalam satu kondisi.

Halaman sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka dari Penelitian Terdahulu

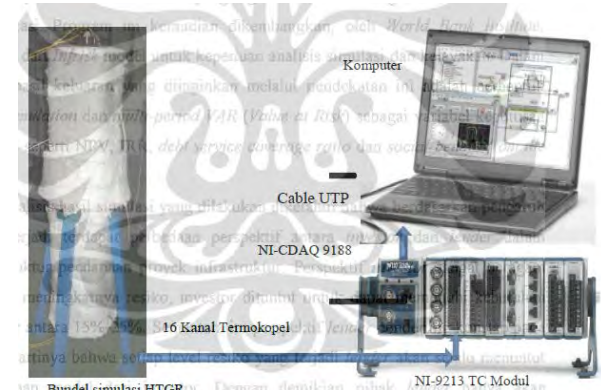
2.1.1 Penelitian sistem akuisisi data

2.1.1.1 Pengembangansistem akuisisi data oleh Kiswanta Universitas Indonesia

Pada tahun 2012, Kiswanta dari fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Indonesia telah melakukan perancangan terhadap sistem akuisisi data dengan tugas akhir yang berjudul Perancangan Sistem Akuisisi Data Temperatur Pada Bundel Uji Simulasi *Eksperimen High Temperature Gas-Cooled Reactor*.

Perancangan ini dilakukan untuk membangun suatu sistem pengambilan data berbasis komputer yang digunakan untuk pengukuran temperatur suatu proses eksperimen termohidraulik. Sebagai sensor temperatur digunakan termokopel tipe K (Chromel-Alumel). Kegiatan ini bertujuan untuk menyediakan fasilitas eksperimental sehingga pengujian bahan atau komponen pada kondisi temperatur tinggi sekitar 500°C-1000°C dengan aliran gas helium dapat dilakukan. Kegiatan diawali dengan perencanaan sumber pemanas, fabrikasi, komisioning dan pengujian. Komisioning dan pengujian dilakukan dengan pemanasan sampai temperatur yang dikehendaki melalui pemberian tegangan listrik yang bertahap mulai dari 10-160 Volt, agar kenaikan tegangan bertahap dan tidak melonjak tinggi secara tiba-tiba. Hal ini dimasukkan agar kekuatan heater dapat bertahan lama dan tidak cepat putus. Kegiatan yang dimulai dari desain, fabrikasi, komisioning dan pengujian berhasil dilakukan. Hasil kegiatan berupa sistem akuisisi data pada perangkat sumber pemanas yang mempunyai kemampuan pemanasan pada saat komisioning hingga temperatur 753.045°C selama 10484 detik pada tegangan listrik 160 volt dari tegangan maksimum 220 volt (72.73%). Dengan eror kesalahan

pada saat kalibrasi sebesar 6°C atau sekitar 1% pada temperatur di atas 600°C



Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem Akuisisi Data dan Temperatur

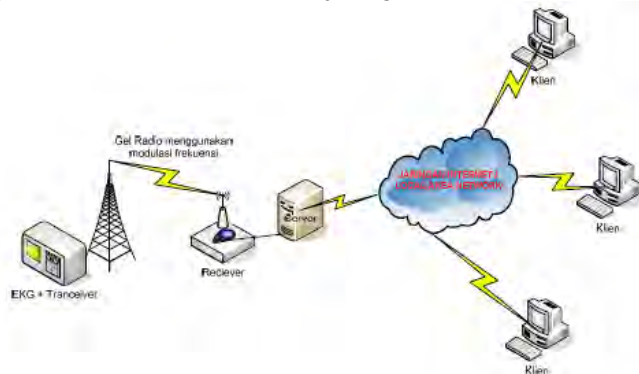
2.1.1.2 Pengembangan Sistem Akuisisi Data oleh Dena Arif Widiyanto Universitas Diponegoro

Dena Arif Widiyanto dari jurusan teknik elektro Universitas Diponegoro Semarang telah melakukan perancangan terhadap sistem akuisisi data dengan tugas akhir yang berjudul Perancangan Perangkat Lunak Akuisisi Data Elektrokardiografi (EKG) Pada Jaringan Lokal.

Elektrokardiografi (EKG) diperlukan seorang dokter guna memeriksa pasien dari respon jantung pasien tersebut. Sering kali dokter harus berjalan jauh hanya untuk mengambil data pasien dengan alat EKG, karena jarak antar ruang pasien dengan ruang dokter di dalam rumah sakit. Untuk itu perlu adanya suatu alat yang menghubungkan antara EKG di tempat pasien dengan seorang dokter di komputernya pada ruang berbeda dengan kombinasi sistem nirkabel dan jaringan TCP/IP. Di sisi lain perkembangan teknologi internet khususnya teknologi web memungkinkan informasi dapat beredar dengan cepat tanpa ada batasan waktu dan tempat.

Pada Tugas Akhir ini perancangan perangkat lunak akuisisi data EKG dan pemrograman berbasis web dilakukan untuk pengaksesan data EKG pada suatu jaringan lokal. Oleh karena itu, data EKG dapat diakses dokter di ruang kerjanya atau di rumah sakit melalui jaringan lokal. Penelitian ini mengkaji pada penampilan grafik EKG dalam halaman web secara realtime.

Berdasarkan pengujian aplikasi program server maupun aplikasi program client bisa menampilkan grafik EKG secara realtime. Aplikasi program server dan client dapat menampilkan grafik EKG yang sama dengan hasil rekaman osiloskop. Setiap client yang posisinya berbeda-beda bisa menampilkan grafik EKG yang sama selama masih dalam jaringan lokal.



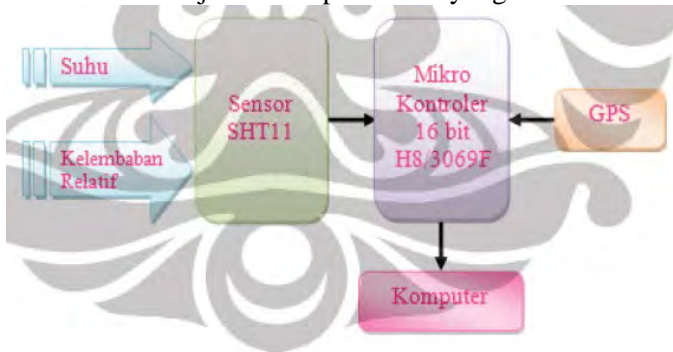
Gambar 2.2 Skema Distribusi data EKG

2.1.1.3 Pengembangan Sistem Akuisisi Data oleh Anisa Sarah Universitas Indonesia

Pada tahun 2011, Anisa Sarah dari fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Indonesia telah melakukan perancangan terhadap sistem akuisisi data dengan tugas akhir yang berjudul Perancangan Sistem Akuisisi Data Suhu dan Kelembaban Tersinkronasi GPS Menggunakan Mikrokontroler H8/3069F.

Sistem akuisisi data cuaca merupakan sistem pengambilan, pengumpulan, dan pemrosesan data cuaca berupa

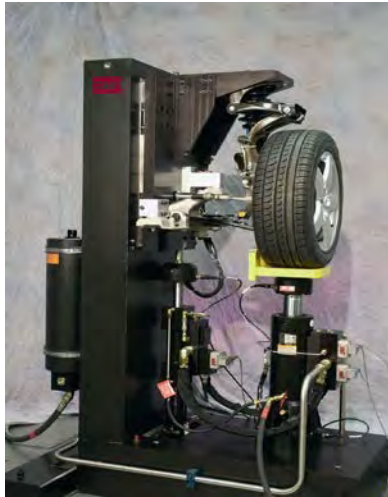
suhu dan kelembaban. Sistem akuisisi ini menggunakan mikrokontroler 16-bit H8/3069F. Perangkat lunak yang bekerja pada mikrokontroler menggunakan bahasa C yang dikategorikan sebagai bahasa mid-level yang mudah diimplementasikan pada mikrokontroler. Pengumpulan dan pemrosesan data menggunakan GUI (Graphical User Interface) berbasis Python 2.5 yang merupakan program open –source, maka kebutuhan akan peralatan sistem akuisisi data cuaca dapat diperoleh dengan biaya lebih murah dan menjamin ketepatan data yang dihasilkan.



Gambar 2.3 Skematik Perancangan Sistem

2.1.2 Penelitian *quarter car suspension test rig*

Beberapa rig dikembangkan secara komersial yang menawarkan beberapa kemampuan yang sama ditemukan dalam pencarian literatur. *MTS System Corporation*, bekerja sama dengan dSpace, telah *mengembangkan proof-of-concept mechatronics development and validation (MDV)*. Quarter car suspension tes rig jenis ini memiliki banyak fleksibilitas seperti pada gambar 2.4. Quarter car test rig ini memiliki loader massa berdasarkan kekuatan umpan balik servo-hidrolik aktuasi sistem. Hal ini juga mencakup suspensi sebuah kendaraan yang sebenarnya. *Test bed* ini hanya *prototype* dan tidak tersedia secara komersial.



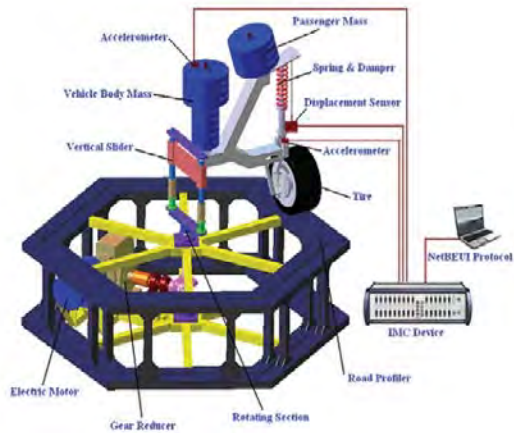
Gambar 2.4 Quarter Car Test rig yang dikembangkan MTS (Sumber :Justin D. Langdon's thesis)

Gambar 2.5 adalah salah satu contoh quarter car suspension test rig berikut suspensi MacPherson dari World Rally Championships yang sedang diuji.



Gambar 2.5 quarter car test rig yang dikembangkan ServoTest (Sumber : Justin D. Langdon's thesis)

Tipe lain dari *quarter car suspension test rig* adalah tipe rotary seperti yang dikembangkan oleh Universitas Teknikal Malaysia Melaka. Yaitu profil jalan yang disimulasikan dengan trek seperti lingkaran, dimana mekanisme suspensi akan bergerak memutar mengikuti profil jalan tersebut. Kelemahan dari rig ini adalah sulitnya bervariasi kontur jalan. Spesifikasi *quarter car suspension test rig* yang dikembangkan oleh Universitas Teknikal Malaysia Melaka dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Quarter Car Test Rig dengan Trek kontur jalan (sumber : <http://www.utem.edu.my>)

Universitas Teknologi Malaysia juga telah membangun sebuah *quarter car suspension test rig* yang mereka gunakan untuk menganalisa suspensi aktif. Gambar 2.7 merupakan test rig yang dibangun oleh Universitas Teknologi Malaysia. Karakterisasi Profil jalan menggunakan pneumatik akuator dengan kontrol PLC.



Gambar 2.7 Quarter Car Suspension Test Rig yang dikembangkan oleh Universitas Teknologi Malaysia (sumber : Research Management Centre Universiti Teknologi Malaysia)

Gambar 2.8 adalah *quarter car suspension test rig* yang dibangun oleh mahasiswa Master Science dari Virginia Polytechnic Institute and State University. Alat uji ini dibuat sudah mewakili mekanisme kendaraan sebenarnya. Aktuator menggunakan *servo hydraulic actuator* dimana proses karakterisasi profil jalan sudah bisa divariasikan dengan menggunakan *function generator*. Untuk membangun test rig seperti ini dibutuhkan biaya yang sangat besar terutama untuk bagian aktuator dan *base plate*.



Gambar 2.8 Quarter Car Suspension Test Rig dengan servo hydraulic acuator (sumber : justin D. Langdon thesis)



Gambar 2.9 Konstruksi Quarter car Suspension Test Rig ITS

Berdasarkan teori dan masukan dari pustaka tersebut, maka penulis akan mengembangkan sebuah *quarter car suspension test rig* yang mampu mengakomodir pengujian berbagai tipe suspensi, beban yang bisa divariasikan, dan dapat menangkap sampai 8 sensor secara bersamaan. Pada pengujian sebelumnya yang dilakukan oleh mahasiswa teknik mesin ITS Fransiscus Asisi Nova Kurniawan melakukan pengambilan data percepatan menggunakan oscilloscope. Yang mana oscilloscope sendiri memiliki keterbatasan jumlah chanel. Pada oscilloscope hanya dapat membaca 2 chanel dalam satu waktu. Dan juga untuk pengambilan dan pengolahan data sedikit lebih susah. Disini penulis melakukan pengembangan pada sistem akuisisi data yaitu dengan bantuan perangkat keras berupa alat ukur National Instrument dengan menggunakan bantuan software LabVIEW. Yang mana pada alat ini kita dapat menangkap sinyal input sampai 8 chanel dengan waktu bersamaan.

2.2 Teori Penunjang

2.2.1 Data akuisisi

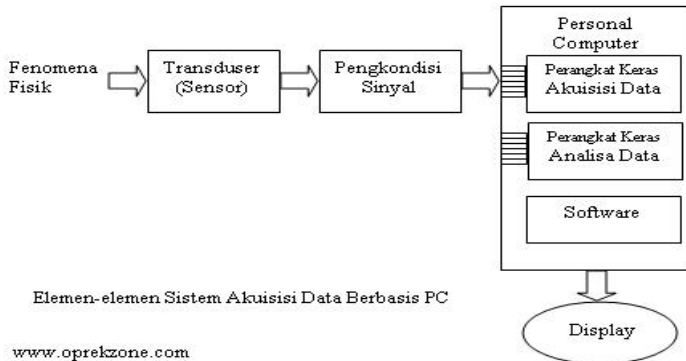
Sebuah sistem akuisisi data atau biasa dikenal *Data-Acquisition Sistem* (DAS) merupakan sistem instrumentasi elektronik terdiri dari sejumlah elemen yang secara bersama-sama bertujuan melakukan pengukuran, menyimpan, dan mengolah hasil pengukuran. Secara aktual DAS berupa *interface* antara lingkungan analog dengan lingkungan digital. Lingkungan analog meliputi transduser dan pengondisian sinyal dengan segala kelengkapannya, sedangkan lingkungan digital meliputi *analog to digital converter* (ADC) dan selanjutnya *pemrosesan digital* yang dilakukan oleh mikroprosesor atau sistem berbasis mikroprosesor. Komputer yang digunakan untuk sistem akuisisi data dapat mempengaruhi kecepatan akuisisi data. Tipe-tipe transfer data yang tersedia pada komputer yang bersangkutan mempengaruhi kinerja dari sistem akuisisi data secara keseluruhan. *Direct memory access* (DMA) yang merupakan alat pengendali khusus yang disediakan untuk memungkinkan transfer blok data langsung antar perangkat eksternal dan memori utama tanpa

intervensi terus menerus dari prosesor, dengan penggunaan DMA ini mampu meningkatkan unjukkerja melalui penggunaan perangkat keras terdedikasi (khusus) untuk mentransfer data langsung ke memori, sehingga prosesor bisa bebas mengerjakan tugas lain.

2.2.2 Elemen-elemen dasar data akuisisi

Elemen-elemen dasar dari sistem akuisisi data berbasis komputer (PC), sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.10, antara lain :

- Sebuah komputer PC;
- Transduser;
- Pengkondisi sinyal (*signal conditioning*);
- Perangkat keras akuisisi data;
- Perangkat keras analisa; dan
- Perangkat lunak yang terkait.



Gambar 2.10 Elemen-elemen Sistem Akuisisi Data Berbasis PC

2.2.2.1 Personal komputer (PC)

Komputer yang digunakan dapat mempengaruhi kecepatan akuisisi data. Tipe-tipe transfer data yang tersedia pada komputer yang bersangkutan juga, secara signifikan, mempengaruhi unjuk-kerja dari sistem akuisisi data secara keseluruhan. Penggunaan DMA mampu meningkatkan unjuk-

kerja melalui penggunaan perangkat keras terdedikasi (khusus) untuk mentransfer data langsung ke memori, sehingga prosesor bisa bebas mengerjakan tugas lain.

Faktor yang mempengaruhi jumlah data yang dapat disimpan dan kecepatan penyimpanan adalah kapasitas dan waktu akses *hard disk*. Dengan demikian, untuk sistem akuisisi data kontinyu dengan frekuensi sinyal yang diamati cukup tinggi akan dibutuhkan *hard disk* dengan waktu akses yang cepat dan kapasitas yang cukup besar. *Hard disk* yang mengalami fragmentasi akan mengurangi laju akuisisi data. Aplikasi-aplikasi akuisisi data secara *real time* (waktu-nyata) membutuhkan prosesor yang cepat (dan tentunya akurat) atau menggunakan suatu prosesor terdedikasi seperti prosesor khusus untuk pemrosesan sinyal digital (DSP – *Digital Signal Processor*).

2.2.2.2 Transduser

Transduser adalah elemen yang berfungsi untuk merubah suatu besaran fisis menjadi besaran listrik. Transduser mengubah besaran mekanika menjadi besaran listrik yang dapat berupa tegangan atau arus, transduser suhu mengubah besaran temperatur menjadi besaran listrik berupa tegangan atau arus. Dalam praktiknya, banyak sekali contoh-contoh transduser yang dipakai dalam DAS. Spesifikasi penting dari transduser adalah ketelitian, kecepatan, dan keandalan.

2.2.2.3 Pengkondisi sinyal

Tegangan atau arus yang dihasilkan oleh transduser biasanya kecil. Sedangkan komponen ADC yang digunakan dalam praktik bekerja pada skala penuh 0 samapai dengan 5 volt, 5volt samapai dengan 5volt, 0 samapai dengan 10 volt dan sebagainya tergantung mode masukan dan spesifikasi komponen yang dipakai. Oleh Karena itu diperlukan pengondisian sinyal yang memperlakukan sinyal keluaran dari transduser cukup besar untuk dimasukkan pada ADC. Rangkaian-rangkaian dengan menggunakan operasional merupakan bagian utama dari

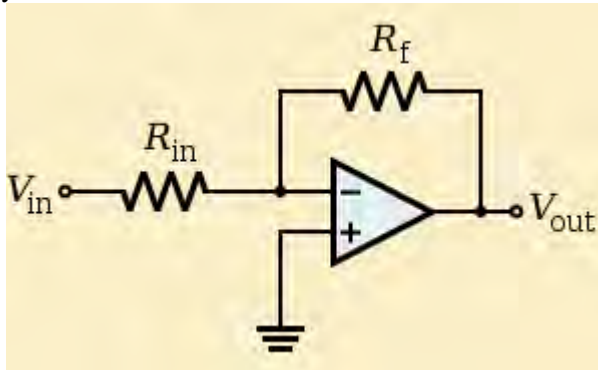
pengondisian sinyal. Op-Amp adalah piranti solid state yang mampu mengindera dan memperkuat sinyal masukan baik AC maupun DC. Op-Amp yang khas terdiri dari tiga rangkaian dasar yaitu penguat differensial impedansi tinggi, penguat tegangan penguatan tinggi dan penguat keluaran impedansi rendah. Karakteristik Op-Amp yang terpenting adalah:

- Impedansi masukan tinggi, sehingga arus masukan diabaikan.
- Penguat loop terbuka amat tinggi
- Impedansi keluaran rendah, sehingga penguat tidak terpengaruh oleh pembebanan.

Penguatan Op-Amp dapat dikontrol baik secara inverting maupun non inverting sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 1 dan 2, dimana penguatannya ditentukan oleh besarnya R_f dan R_{in} .

❖ Rangkaian Inverting

Rangkaian penguat inverting merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memperkuat dan membalik polaritas sinyal masukan. Jadi, ada tanda minus pada rumus penguatannya.



Gambar 2.11 Penguat Terkontrol Inverting

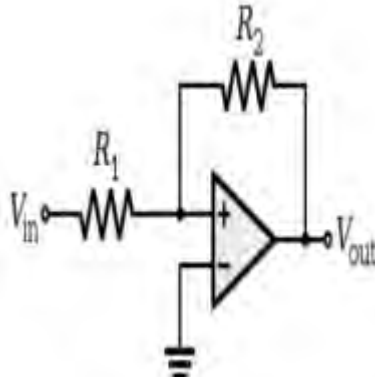
Sebuah penguat pembalik menggunakan umpan balik negatif untuk membalik dan menguatkan sebuah tegangan. Resistor R_f melewati sebagian sinyal keluaran kembali ke masukan. Karena keluaran tak sefase sebesar 180 derajat, maka nilai keluaran tersebut secara efektif mengurangi besar

masukannya. Rumus dari rangkaian inverting dideskripsikan oleh persamaan di bawah ini:

$$V_0 = \frac{R_f}{R_i} \dots\dots\dots(2.1)$$

❖ Rangkaian Non-Inverting

Penguat non-inverting amplifier merupakan kebalikan dari penguat inverting, dimana input dimasukkan pada input non-inverting sehingga polaritas output akan sama dengan polaritas input tapi memiliki penguatan yang tergantung dari besarnya hambatan feedback dan hambatan input.



Gambar 2.12 Penguat Terkontrol non-Inverting

Penguat ini memiliki masukan yang dibuat melalui input non-inverting. Dengan demikian tegangan keluaran rangkaian ini akan satu fasa dengan tegangan inputnya. Rumus dari rangkaian non-inverting dideskripsikan oleh persamaan di bawah ini:

$$V_0 = \left(\frac{-R_2}{R_1} + 1 \right) V_i \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2.2.4 Perangkat keras akuisisi data (DAQ)

A. Masukan analog

Spesifikasi dari perangkat keras sistem akuisisi data meliputi jumlah kanal, laju pencuplikan, resolusi, jangkauan,

ketepatan (akurasi), derau dan ketidak-linieran, yang semuanya berpengaruh pada kualitas sinyal yang terdigitasi. Sesuai jumlah kanal masukan analog ada dua sistem yaitu sistem kanal-tunggal dan sistem kanal-banyak. Sistem kanal tunggal merupakan yang paling sederhana karena hanya melibatkan satu masukan analog. Sedangkan pada sistem kanal banyak jumlah masukan bisa terdiri dari dua atau lebih sehingga dibutuhkan multiplexer yang diletakkan tepat sebelum ADC pada papan akuisisi data.

B. Keluaran Analog

Rangkaian keluaran analog dibutuhkan untuk menstimulus suatu proses atau unit yang diuji pada sistem akuisisi data. Spesifikasi DAC yang menentukan kualitas sinyal keluaran adalah Settling Time, Slew Rate dan Resolusi. Settling Time dan Slew Rate bersama-sama menentukan seberapa cepat DAC dapat mengubah aras sinyal keluaran.

Settling Time adalah waktu yang dibutuhkan oleh keluaran agar stabil dalam durasi tertentu. Slew Rate adalah laju perubahan maksimum agar DAC bisa menghasilkan keluaran. Settling Time yang kecil dan Slew Rate yang besar dapat menghasilkan sinyal-sinyal dengan frekuensi tinggi karena hanya dibutuhkan waktu sebentar untuk mengubah keluaran ke aras tegangan baru secara akurat. Hal tersebut sangat diperlukan pada penerapan DAC pada pembangkit sinyal-sinyal audio. Sebaliknya, pada aplikasi sumber tegangan yang digunakan untuk mengontrol pemanas (heater) tidak dibutuhkan konversi D/A yang cepat karena pemanas tidak mampu merespon secara cepat perubahan tegangan.

Resolusi keluaran mirip dengan resolusi masukan. Yaitu jumlah bit kode digital yang (nantinya) akan menghasilkan keluaran analog. Semakin banyak jumlah bit resolusinya maka semakin kecil perubahan tegangan yang mampu dideteksi, sehingga dimungkinkan untuk menghasilkan perubahan sinyal yang halus. Aplikasi yang membutuhkan jangkauan dinamis yang lebar dengan perubahan kenaikan tegangan yang kecil pada

keluaran sinyal analog membutuhkan keluaran tegangan dengan resolusi tinggi.

C. Pemicuan

Banyak aplikasi akuisisi data yang membutuhkan pemicuan eksternal yang digunakan untuk memulai dan menghentikan operasi akuisisi data. Pemicuan digital mensinkronkan antara akuisisi dan pembangkit tegangan ke suatu pulsa digital eksternal. Pemicu analog, yang banyak digunakan pada operasi masukan analog, akan memulai atau menghentikan operasi akuisisi data saat suatu sinyal masukan mencapai suatu aras dan *slope* suatu tegangan analog.

D. Digital I/O

Antarmuka digital I/O sering digunakan pada sistem akuisisi data PC untuk mengontrol proses-proses, membangkitkan pola-pola pengujian dan untuk berkomunikasi dengan perangkat lain. Pada tiap-tiap kasus, parameter-parameter yang penting mencakup jumlah jalur digital yang tersedia, laju pemasukan dan pengeluaran data digital pada jalur-jalur tersebut dan kemampuan penggerakannya. Jika suatu jalur digital digunakan untuk mengontrol suatu kejadian seperti menghidupkan dan mematikan pemanas, motor atau lampu, maka tidak dibutuhkan laju data yang tinggi karena peralatan-peralatan tersebut tidak dapat merespon dengan cepat.

Suatu aplikasi umum lainnya adalah memindahkan data antara satu komputer dengan peralatan lain seperti data logger, pemroses data dan printer. Karena alat-alat ini biasanya mentransfer data dalam satuan byte atau 8 bit maka masing-masing jalur digital pada papan digital I/O dibentuk dalam kelompok 8. Selain itu beberapa papan memiliki rangkaian hand-shaking untuk tujuan sinkronisasi komunikasi. Jumlah kanal data dan kebutuhan hand-shaking harus sesuai (d disesuaikan) dengan aplikasi yang dibutuhkan.

E. Pewaktuan I/O

Rangkaian *pencacah/timer* berguna untuk berbagai macam aplikasi, termasuk menghitung jumlah kejadian-kejadian (*event*), mengukur pewaktu pulsa digital serta membangkitkan gelombang kotak. Semua hal tersebut dapat diimplementasikan menggunakan 3 sinyal pencacah/timer yaitu gerbang, sumber dan keluaran. Gerbang adalah suatu masukan digital yang digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan fungsi pencacah. Sumber adalah masukan digital yang menyediakan pulsa-pulsa untuk menaikkan isi pencacah. Keluaran dari pencacah dapat berupa gelombang kotak atau pulsa-pulsa digital. Spesifikasi yang terkait dalam operasi *pencacah/timer* adalah resolusi dan frekuensi detak. Resolusi adalah jumlah bit pada pencacah. Semakin besar resolusinya mengakibatkan jumlah pencacahan semakin banyak. Sedangkan frekuensi detak menentukan seberapa cepat kerja dari pencacah/mer, artinya semakin tinggi frekuensinya semakin cepat pencacah itu bekerja sehingga mampu mendeteksi sinyal-sinyal masukan serta mampu menghasilkan pulsa dan gelombang kotak dengan frekuensi tinggi.

F. Analog to digital converter(ADC)

ADC melakukan konversi menjadi data analog menjadi data digital yang bersesuaian. Spesifikasi utama ADC adalah ketelitian absolute dan relative, linieritas, resolusi, kecepatan konversi, stabilitas, *no-missing code* dan harga komponen. Hal lain yang berhubungan adalah batas tegangan masukan, keluaran kode digital, teknik antarmuka, multiplexer internal, pengondisian sinyal dan memori.

G. Digital to Analog Converter(DAC)

Sistem mikroprosesor hanya dapat mengolah data dalam bentuk digital, oleh karena itu segala sesuatu yang akan diolah oleh mikroprosesor harus diubah dulu ke dalam bentuk digital. Fungsi dasar dari pengubah analog ke digital adalah mengubah tegangan analog ke dalam bentuk biner, sehingga dapat diolah

oleh komputer. Tegangan analog yang merupakan masukan ADC dapat berasal dari transduser atau sumber tegangan lain. Tegangan listrik yang dikeluarkan transduser ini yang digunakan untuk proses konversi analog to digital.

2.2.2.5 Perangkat lunak akuisisi data (DAS)

Suatu perangkat lunak dan perangkat keras akuisisi data dapat merubah komputer PC menjadi suatu sistem akuisisi, pemroses (analisa) dan penampil data yang terpadu (*Data Acquisition System*). Melakukan pemrograman langsung pada tingkat register pada papan akuisisi data merupakan tingkat pemrograman yang paling sulit dalam pengembangan

perangkat lunak akuisisi data. Dalam hal ini, Anda harus menentukan nilai biner yang tepat dan benar yang harus dituliskan pada register-register tersebut. Selain itu, bahasa pemrograman yang digunakan harus mampu melakukan pembacaan dan penulisan data dari atau ke papan akuisisi data yang terpasang pada komputer. Perangkat lunak akuisisi data dibagi menjadi dua macam: (1) Perangkat lunak aras-penggerak (*driver-level*) dan (2) Perangkat lunak aras-aplikasi (*applicationlevel*). Perangkat lunak aras-penggerak menyederhanakan pemrograman akuisisi data dengan cara menangani secara langsung pemrograman aras-rendah (*low-level programing*) dan memberikan Anda berbagai fungsi aras-tinggi (*high-level functions*) yang dapat dipanggil dalam bahasa pemrograman yang Anda gunakan.

Perangkat lunak tingkat-aplikasi adalah perangkat lunak akuisisi data yang langsung bisa Anda gunakan, seperti Lab View, LabWindows dan lain-lain.

2.2.2.6 Perangkat keras penganalisa (*analyzer hardware*)

Kernampuan pemrosesan komputer pada saat ini telah meng-alami peningkatan sedemikian rupa sehingga mencapai suatu tingkat kemampuan untuk melakukan akuisisi dan pemrosesan (analisa) data yang kompleks. Namun untuk aplikasi-

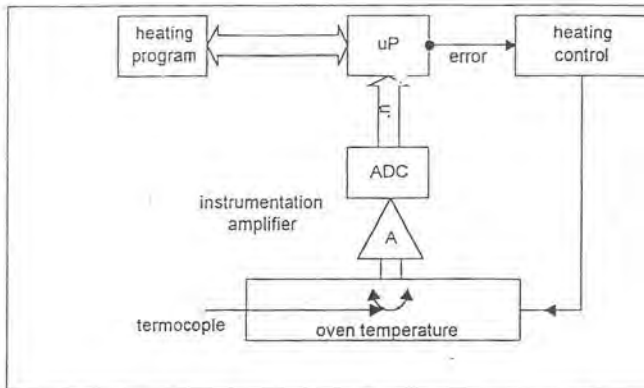
aplikasi yang membutuhkan unjuk-kerja yang tinggi, seringkali komputer sudah tidak mampu lagi untuk melakukan pemrosesan data dengan cukup cepat untuk merespon sinyal-sinyal waktunyata (*real-time*). Dengan demikian dibutuhkan perangkat keras tambahan yang harus dipasang pada komputer yang bersangkutan. Prosesor sinyal digital dapat melakukan komputasi atau pemrosesan data lebih cepat dibandingkan dengan mikroprosesor pada umumnya, karena prosesor khusus tersebut mampu melakukan proses akumulasi dan multiplikasi data hanya dalam satu siklus detak, sedangkan mikroprosesor kebanyakan tidak dapat melakukan hal tersebut (dibutuhkan lebih dari satu siklus detak).

Saat ini prosesor sinyal digital telah tersedia dalam berbagai macam format dan tingkat akurasi. Misalnya prosesor sinyal digital 32-bit dengan format penyimpanan data *floating-point* (bilangan pecahan), memiliki jangkauan dinamis yang lebih tinggi dibandingkan dengan prosesor dengan format *fixed-point* (bilangan bulat). Sehingga aplikasi aplikasi yang dikembangkan menggunakan prosesor *floating-point* ini tidak memerlukan pemrograman yang kompleks (*dibanding fixed-point*) untuk menangani data-data pecahan.

Kemampuan komputasi atau kalkulasi dari prosesor sinyal digital inidinyatakan dalam jumlah operasi (komputasi) *floatingpoint* yang dapat dikerjakan dalam satu detik. Misalnya prosesor TMS320C30 dan Texas Instrument, mampu melakukan 33 juta operasi *floating-point* dalam satu detik (*Million Floating-point Operations Per Second = MFLOPS*).

2.2.3 Macam-macam sistem akuisisi data menurut strukturnya

2.2.3.1 Closed loop one way data acquisition system

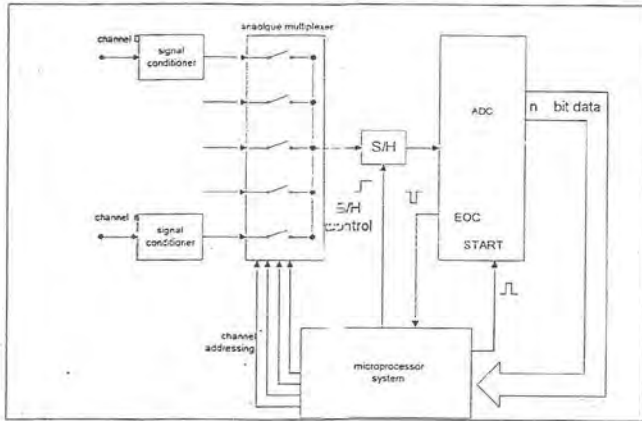


Gambar 2.13 *Closed Loop One Way Data Acquisition System*

One-way data acquisition system mempunyai struktur yang sederhana, merupakan sebuah *open loop system*, biasanya digunakan terbatas untuk pengambilan/pembacaan besaran fisik yang diukur secara digital, yang untuk selanjutnya ditampilkan pada *dis play* (peraga) misalnya LCD, CRT, dan lain-lain, atau merekamnya dengan *off-line processing*, atau mencetaknya pada *printer*.

Jika sistem akuisisi data ini berupa *closed loop system*, seperti yang terlihat pada gambar diagram blok di atas, maka hasil pembacaan data digunakan untuk pengendalian/pengontrolan besaran tertentu, untuk melakukan *setting* suatu besaran pada level yang diinginkan, atau secara sederhana dapat dikatakan untuk meregulasi suatu besaran tertentu.

2.2.3.2 Multichannel data acquisition system



Gambar 2.14 Multichannel Data Acquisition System

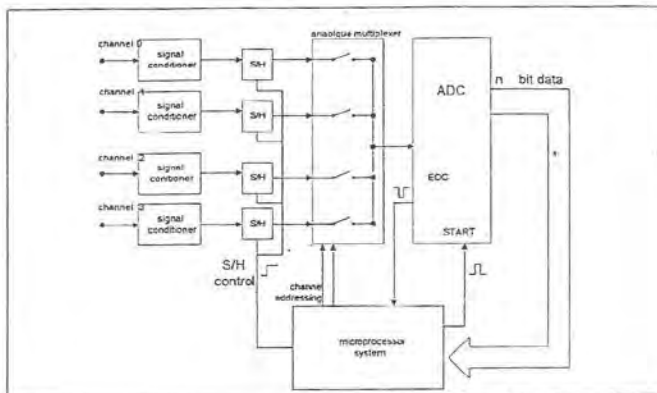
Jika sejumlah besaran harus diambil/dibaca secara simultan (bergantian) maka digunakan yang dinamakan *time division multiplexing* untuk mengontrol pengambilan input. **Multiplekser** merupakan sebuah alat yang terdiri dari beberapa *switch* analog yang mempunyai output terhubung secara bersama membentuk sebuah output tunggal dan inputnya menentukan banyaknya input multiplekser itu. Membuka atau menutupnya *switch* dikendalikan oleh *channel address* dari input, yaitu *logic input* yang dikodekan dengan sejumlah bit. Satu *bit address* mengendalikan 2 *channel*, dan n bit dapat mengendalikan sebanyak 2^n *channel*. Multiplekser umumnya 4, 8, atau 16 *channel*. Sebuah multiplekser 16 *channel* mempunyai 16 *channel* yang disimbolkan dengan *channel 0* sampai dengan *channel 15*. Pada gambar di atas ini terlihat diagram blok sebuah *multichannel data acquisition system*. Dengan konfigurasi seperti ini, mikroprosesor menghasilkan:

- sinyal kontrol untuk rangkaian *sample-and-hold* (S/H).

- o sinyal *START* untuk start konversi *A/D converter*, akhir konversi *A/D converter* ditandai dengan keluarnya *EOC* (*end of conversion*, sinyal *EOC* ini sebagai indikasi bahwa data itu valid).
- o sinyal *channel address* untuk pengendalian input dari multiplexer.

Dengan memasok sinyal-sinyal itu, mikroprosesor mengatur dan mengendalikan operasi komponen-komponen dalam sistem. Jika diagram blok di atas diperhatikan, operasi *sample-and-hold* dilakukan setelah multiplexer analog. Dengan konfigurasi seperti ini, struktur ini mempunyai kelemahan, yakni tidak dapat melakukan pengambilan (pembacaan) data input lebih dari satu kanal dalam waktu yang bersamaan, maksudnya sekali operasi rangkaian *sample-and-hold* melakukan operasi pengambilan data secara bergantian.

2.2.3.3 Synchronous data acquisition system

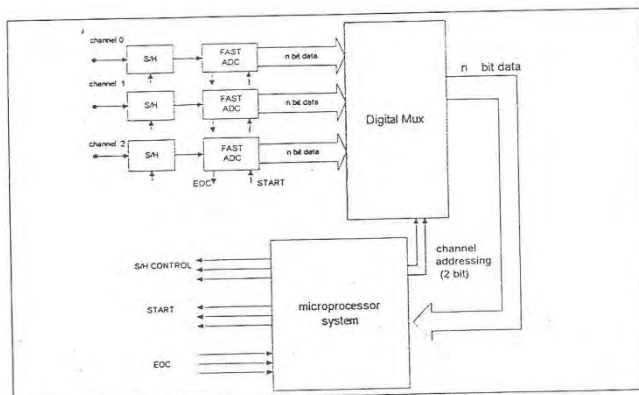


Gambar 1.3 Synchronous DAS

Gambar 2.15 Synchronous Data Acquisition System

Seperti telah dijelaskan tadi, struktur sistem akuisi data *multichannel* mempunyai keterbatasan. Untuk mengatasi keterbatasan itu rangkaian S/H dipindah ke depan multiplexer analog pada masing-masing input. Sehingga diperlukan rangkaian S/H sebanyak jumlah input yang ada. Blok diagram sistem dengan struktur seperti ini terlihat pada gambar di atas. Pada sistem dengan struktur ini, dinamakan sistem akuisisi data *synchronous*, pengaturan input lebih baik karena dapat melakukan pengambilan dua data input atau lebih, selama rangkaian *sample and hold* dalam moda *hold*. Hal ini dapat dirasakan secara praktis dalam sinkronisasi antara *control* S/H dan *start* konversi ADC.

2.2.3.4 Fast data acquisition system



Gambar 2.16 Fast Data Acquisition System

Sistem akuisisi data kadang-kadang menerima sejumlah sinyal yang fluktuasinya sangat cepat. Menerima sinyal seperti ini, tidak hanya cukup menggunakan sistem akuisisi data *multichannel* yang menggunakan ADC yang serupa dengan sistem akuisisi data sebelumnya. Output dari digital FLASH ADC dimultipleks dengan sebuah multiplexer digital, pada gambar di atas ini terlihat ada tiga sinyal dengan fluktuasi yang sangat cepat diinputkan pada FLASH ADC melalui rangkaian *sample and hold*, data 12 bit dari tiap-tiap FLASH ADC diinputkan pada

multiplexer digital. FLASH ADC mempunyai *conversion time* yang sangat singkat (kecil), ditambah lagi secara fisik dan pengontrolan sama dengan konfigurasi struktur sistem akuisisi data *synchronous*, maka sistem akuisisi data *fast* ini dapat melakukan pengambilan data yang lebih baik terhadap sinyal-sinyal dengan fluktuasi yang sangat cepat.

2.2.4 Filtering

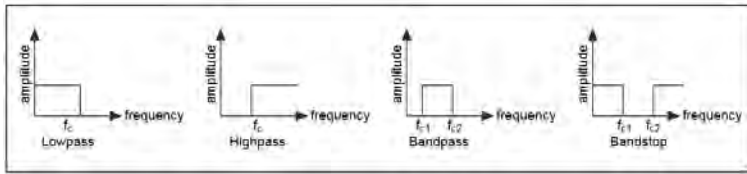
Penyaringan adalah proses dimana kandungan frekuensi sinyal diubah. Ini adalah salah satu teknik pemrosesan sinyal yang paling umum digunakan. Contoh umum sehari-hari penyaringan adalah bass dan treble kontrol pada sistem stereo. Kontrol bass mengubah konten-frekuensi rendah dari sinyal, dan kontrol treble mengubah isi frekuensi tinggi. Dengan memvariasikan kontrol ini, Anda benar-benar menyaring sinyal audio. Beberapa aplikasi lainnya adalah manapun penyaringan yang berguna menghilangkan kebisingan dan melakukan penipisan (lowpass filtering) sinyal dan mengurangi sample rate).

2.2.4.1 Ideal filter

Filter mengubah atau menghapus frekuensi yang tidak diinginkan. Tergantung pada frekuensi rentang bahwa mereka baik lulus atau menipis, mereka dapat diklasifikasikan ke dalam jenis berikut:

- Sebuah lowpass filter : melewati frekuensi rendah, tetapi melemahkan frekuensi tinggi.
- Sebuah highpass filter : melewati frekuensi tinggi, tetapi melemahkan frekuensi rendah.
- Sebuah bandpass filter : melewati sebuah band frekuensi tertentu.
- Sebuah bandstop filter : melemahkan sebuah band frekuensi tertentu.

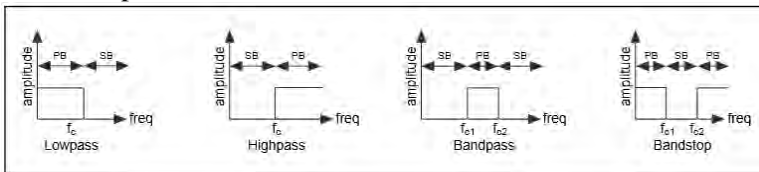
Respon frekuensi yang ideal filter ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.17 Respon Frekuensi Ideal

Dapat dilihat bahwa filter lowpass melewati semua frekuensi di bawah f_c , sedangkan highpass filter melewati semua frekuensi di atas f_c . The bandpass filter melewati semua frekuensi antara f_{c1} dan f_{c2} , sedangkan bandstop filter melemahkan semua frekuensi antara f_{c1} dan f_{c2} . The frekuensi poin f_c , f_{c1} dan f_{c2} adalah dikenal sebagai cutoff frekuensi filter. Ketika merancang filter, Anda perlu menentukan frekuensi cut-off ini.

Rentang frekuensi yang dilewatkan melalui saringan dikenal sebagai passband (PB) dari filter. Sebuah filter yang ideal memiliki keuntungan dari satu (0 dB) di passband sehingga amplitudo sinyalnya tidak meningkat atau menurun. Kemudian stopband (SB) sesuai dengan rentang frekuensi yang tidak melewati filter sama sekali dan ditolak (dilemahkan). Itu passband dan stopband kemudian untuk berbagai jenis filter yang akan ditampilkan berikut:

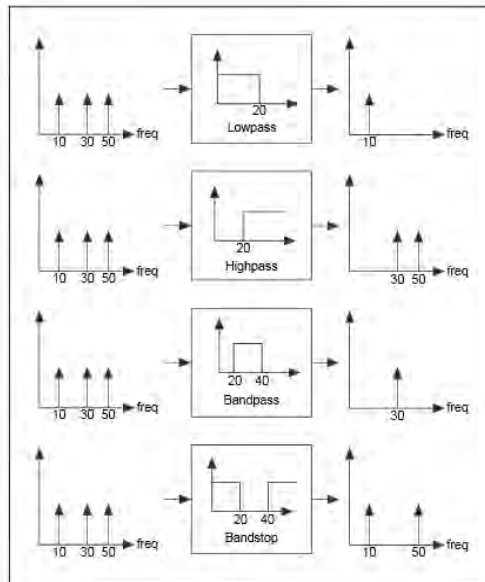


Gambar 2.18 Jenis Filter

Perhatikan bahwa sedangkan lowpass dan highpass filter memiliki satu passband dan satu stopband, filter bandpass memiliki satu passband, tapi dua stopbands, dan filter bandstop memiliki dua passbands, tapi satu stopband.

2.2.4.2 Cara filter mempengaruhi sinyal frekuensi konten

Misalkan Anda memiliki sinyalyang mengandung frekuensi 10Hz, 30Hz, dan 50Hz. Sinyal ini dilewatkan melalui lowpass, highpass, bandpass, dan bandstop filter. The lowpass dan highpass filter memiliki frekuensi cutoff 20Hz, dan bandpass filter dan bandstop memiliki cutoff frekuensi 20Hz dan 40Hz. Output dari filter dalam setiap kasus adalah sebagai berikut:



Gambar 2.19 Output dari filter Salam Setiap Kasus

2.2.5 Kalibrasi

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM) adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan

ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (traceable) ke standar nasional maupun internasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi.

2.2.5.1 Tujuan kalibrasi

- Mencapai ketertelusuran pengukuran. Hasil pengukuran dapat dikaitkan/ditelusur sampai ke standar yang lebih tinggi/teliti (standar primer nasional dan / internasional), melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus.
- Menentukan deviasi (penyimpangan) kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrument ukur.
- Menjamin hasil-hasil pengukuran sesuai dengan standar Nasional maupun Internasional.

2.2.5.2 Manfaat kalibrasi

- Menjaga kondisi instrumen ukur dan bahan ukur agar tetap sesuai dengan spesifikasinya
- Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki.
- Bisa mengetahui perbedaan (penyimpangan) antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur.

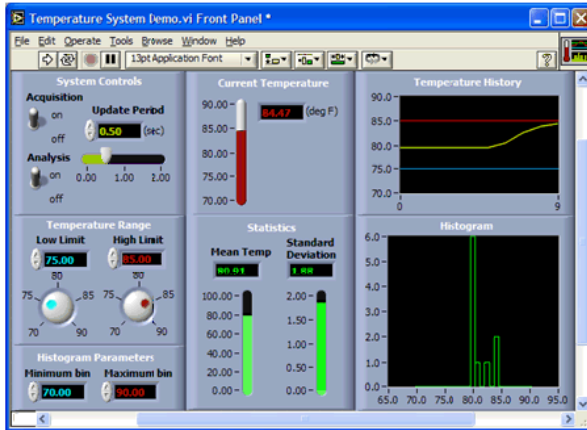
2.2.6 LabVIEW

Software akuisisi data merupakan komponen sistem akuisisi data yang mempunyai peran untuk mengolah data yang telah diambil dari *plant* untuk kemudian diproses untuk dijadikan sistem monitoring, sistem *data logger*, sistem kendali *plant*. *software* yang dipakai dalam penelitian ini adalah *software* LabVIEW. LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) merupakan bahasa pemrograman dengan performansi dan fleksibilitas seperti bahasa pemrograman yang lain yaitu C++, Fortran, Basic, dan lainlain. Secara umum, bahasa pemrograman menggunakan kode sebagai aplikasinya

sehingga aplikasinya sehingga tidak perlu memperhatikan syntax (koma, periode, titik koma, tanda kurung kotak, tanda kurung kurawal, tanda kurung lengkung). LabVIEW menggunakan icon yang dihubungkan bersama untuk mempresentasikan fungsinya dan menjelaskan aliran data dalam program. Hal ini sejenis dengan membangun *flowchart* kode sesuai dengan yang diinginkan. Program LabVIEW biasa disebut *Virtual Instruments (VI)*. VI dibangun oleh dua *windows* yaitu panel muka (front panel) dan blok diagram. Front Panel menyediakan interface untuk pengguna yang akan mensimulasikan panel untuk instrumen seperti knop, tombol, dan saklar. Masukan pada front panel disebut kontrol. Keluaran yang terdiri dari grafik, LEDs, dan meter disebut indikator. Diagram merupakan source code yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk front panel. Dalam membuat suatu VI, perlu dipahami bagian-bagian penting yang digunakan untuk membangun suatu VI. Untuk membuat file simulasi baru dalam LabVIEW, pasti akan tertampil 2 *windows* yang muncul secara otomatis, yaitu *windows front panel*, dan *windows block diagram*. *Windows front panel* yang ditunjukkan pada *Gbr 2.13* merupakan *windows* yang digunakan untuk menampilkan hasil dari program simulasi yang telah dibuat. Hasil dari program yang telah dibuat bisa berupa tampilan nilai, grafik, lampu, tombol stop maupun proses *input output* terhadap program yang dibuat. Sedangkan pada *windows block diagram* yang ditunjukkan pada *Gbr 2.14* merupakan *windows* yang digunakan untuk membuat program yang telah dirancang algoritmanya. Program yang ada pada *windows block diagram* merupakan program berbasis *Gbr*. Hal ini sangat berbeda dengan bahasa pemrograman C, Visual Basic, Matlab yang umumnya berbasis *text* pada programnya. program pada *windows block diagram* merupakan kumpulan dari beberapa fungsi yang dihubungkan dengan garis sehingga membentuk suatu program yang dapat ditampilkan pada *windows front panel*.

2.2.6.1 Front panel

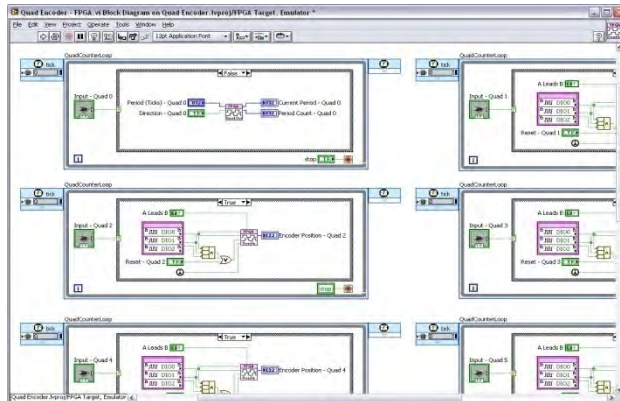
front panel adalah bagian *window* yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung *control* dan indikator. *front panel* digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program dan *debug* program. Tampilan dari *front panel* dapat di lihat pada Gambar berikut :



Gambar 2.20 Tampilan Front Panel

2.2.6.2 Blok diagram

Blok diagram adalah bagian *window* yang berlatar belakang putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*. Tampilan dari blok diagram adalah sebagai berikut:



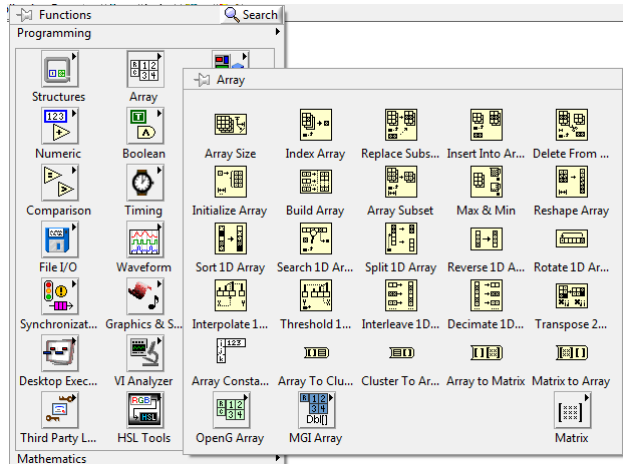
Gambar 2.21 Tampilan Blok Diagram

2.2.6.3 Control dan functions palette

Control dan *Functions Palette* digunakan untuk membangun sebuah Vi.

A. Control Palette

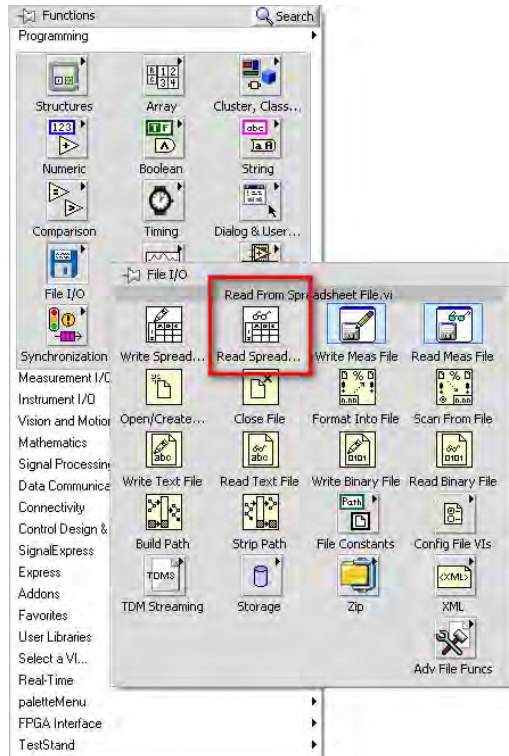
Control Palette merupakan tempat beberapa *control* dan indikator pada *front panel*, *control palette* hanya tersedia di *front panel*, untuk menampilkan *control palette* dapat dilakukan dengan mengklik *windows >>show control palette* atau klik kanan pada *front panel*.



Gambar 2.22 Tampilan Control Palette

B. Functions Palette

Functions Palette di gunakan untuk membangun sebuah blok diagram, *functions palette* hanya tersedia pada blok diagram, untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan mengklik *windows >>show control palette* atau klik kanan pada lembar kerja blok diagram. Contoh dari *functions palette* ditunjukkan pada.



Gambar 2.23 Tampilan *Functions Palette*

2.2.7 Sistem suspensi pada kendaraan roda empat

Sistem suspensi adalah kumpulan dari beberapa komponen yang berfungsi untuk meredam kejutan dan getaran yang terjadi pada kendaraan akibat profil jalan yang tidak rata. Sistem suspensi ini memegang peranan penting pada tingkat kenyamanan pengendara pada saat mengendarai kendaraan.

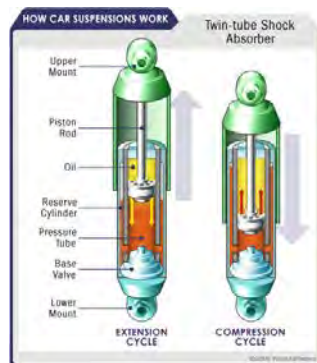
Komponen utama pada sistem suspensi pada mobil kendaraan roda empat atau lebih antara lain:

1. Pegas

Dengan sifat pegas yang elastis, pegas berfungsi untuk menerima getaran atau guncangan roda akibat dari kondisi jalan yang dilalui dengan tujuan agar getaran atau guncangan dari roda tidak menyalur ke bodi atau rangka kendaraan.

2. Peredam kejut

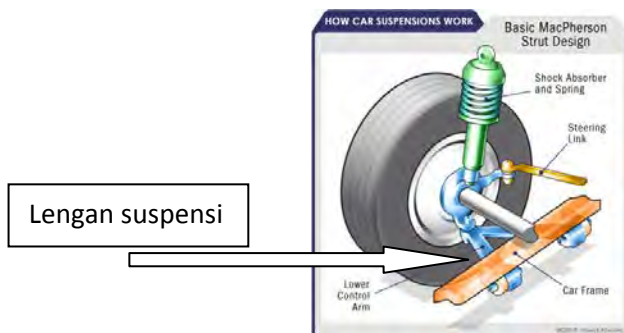
Peredam kejut berfungsi untuk meredam beban kejut atau guncangan atau getaran yang diterima pegas. Pegas damper yang dimaksud, bisa dilihat pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24 Pegas Damper (Dion, 2011)

3. Lengan Suspensi

Lengan suspensi atau *suspension arm* hanya terdapat pada sistem suspensi dependen, terpasang pada bodi atau rangka kendaraan, berfungsi untuk memegang rangka roda kendaraan. Lengan suspensi ditunjukkan pada Gambar 2.25.

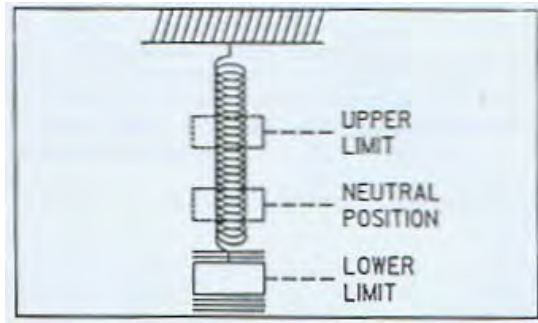


Gambar 2.25 Lengan Suspensi (*Dion, 2011*)

2.2.8 Mekanika getaran

Secara umum getaran dapat didefinisikan sebagai gerakan bolak-balik suatu benda dari posisi awal melalui titik keseimbangannya. Ilustrasi paling sederhana untuk menjelaskan getaran adalah mekanisme pegas yang diberi massa pada ujungnya seperti pada Gambar 2.45. Setiap komponen mekanikal memiliki berat dan properties yang menyerupai pegas. Ada dua kelompok getaran yang umum yaitu getaran bebas dan getaran paksa. Getaran bebas terjadi jika sistem beresilasi karena bekerjanya gaya yang ada dalam sistem itu sendiri atau tidak ada gaya luar yang bekerja. Sistem yang bergetar bebas akan bergetar pada satu atau lebih frekuensi naturalnya

Getaran yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa. Jika rangsangan tersebut beresilasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi eksitasinya. Jika frekuensi eksitasi sama dengan frekuensi natural maka sistem terjadi resonansi yang sangat membahayakan.

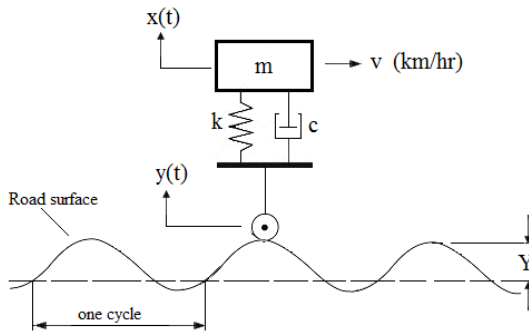


Gambar 2.26 Mekanisme Pegas dengan Beban pada Ujungnya

Semua sistem yang bergetar mengalami redaman sampai derajat tertentu karena energi didisipasi oleh gesekan dan tahanan lain. Jika redaman kecil maka pengaruhnya sangat kecil pada frekuensi natural, dan perhitungan frekuensi natural biasanya dilakukan atas dasar tidak ada redaman.

2.2.9 Getaran Pada Suspensi Kendaraan

Getaran yang terjadi pada suspensi kendaraan dapat dimodelkan seperti Gambar 2.27 dibawah ini.



Gambar 2.27 Model Getaran pada Sususpensi Kendaraan

Frekuensi eksitasi yang terjadi pada kendaraan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\omega = 2 \pi f \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$$f = \frac{V \ 1000}{\lambda \ 3600} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- ω : frekuensi eksitasi (rad/s)
 f : frekuensi (rev/s)
 V : kecepatan kendaraan (km/jam)
 λ : panjang gelombang (m)

Frekuensi natural yang terjadi pada kendaraan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

- ω_n : frekuensi natural (rad/s)
 K : konstanta pegas (N/m)
 m : massa kendaraan (kg)

Rasio frekuensi dihitung dengan persamaan berikut:

$$r = \frac{\omega}{\omega_n} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- r : rasio frekuensi

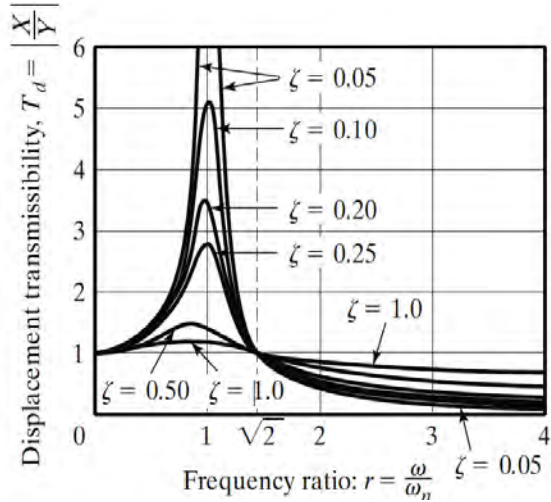
Amplitude dari kendaraan yang terjadi akibat pengaruh dari *bump* jalan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\frac{X}{Y} = \left\{ \frac{1 + (2\zeta r)^2}{(1 - r^2)^2 + (2\zeta r)^2} \right\}^{0.5} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- X : amplitudo kendaraan (m)
- Y : *bump* dari jalan (m)
- ζ : *damping rasio*

Berikut ini adalah grafik *transmissibility* yang ditunjukkan pada Gambar 2.28.



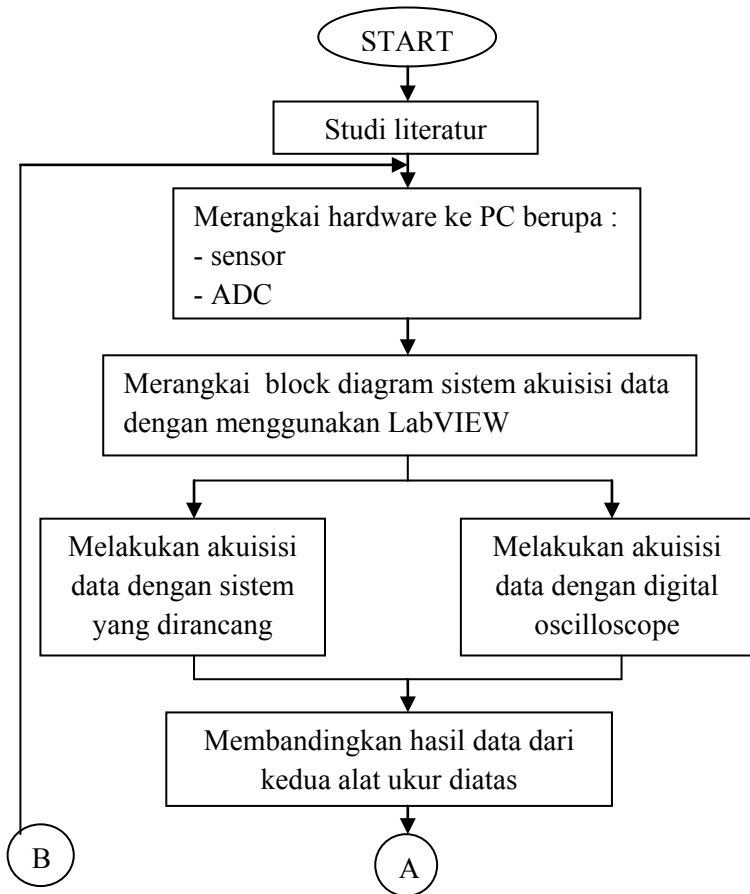
Gambar 2.28 Grafik *Transmissibility* dengan *Frequency Ratio*(Rao, 2004)

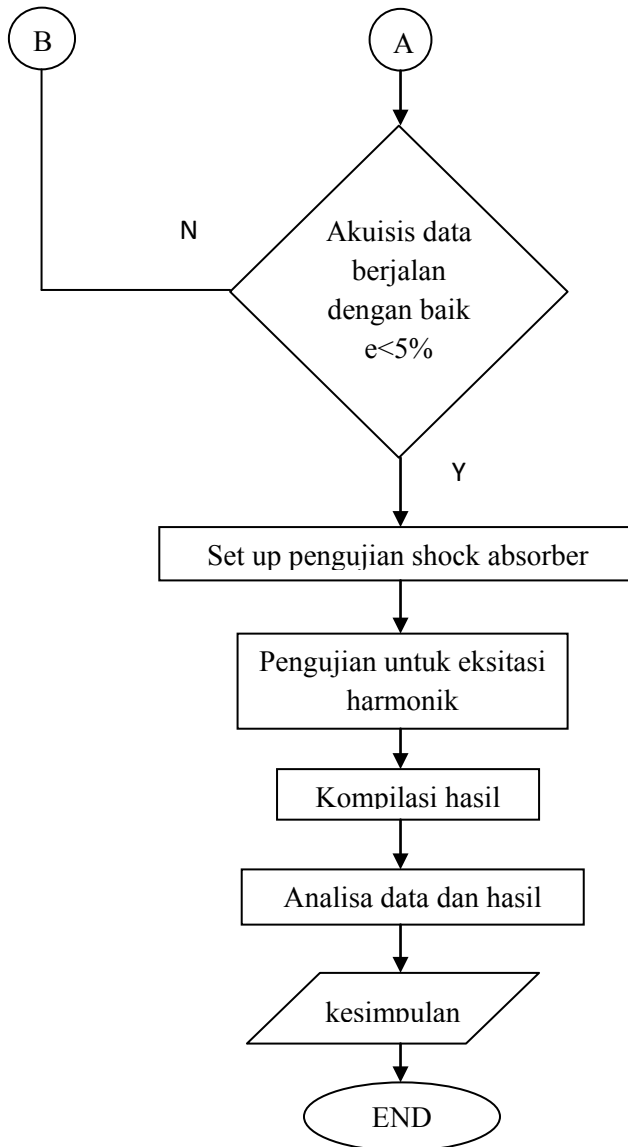
Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu bisa dilihat pada Gambar 3.1





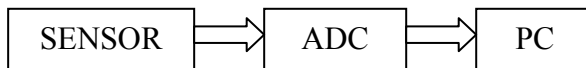
Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Studi Literatur

Langkah awal didalam melakukan penelitian ini adalah merumuskan permasalahan-permasalahan yang ada dan kemudian mencari ide serta solusi atas permasalahan tersebut. Setelah itu memulai mengkaji studi literatur dan studi pustaka terkait teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

3.3 Perangkaian Hardware

Pada pengujian ini akan menggunakan hardware berupa National Instruments dan hardware pendukung berupa sensor accelerometer. Sebelum melakukan pengujian, rancanglah hardware terlebih dahulu. Seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur Perancangan Hardware



Gambar 3.3 Sensor Accelerometer



Gambar 3.4 National Instrument

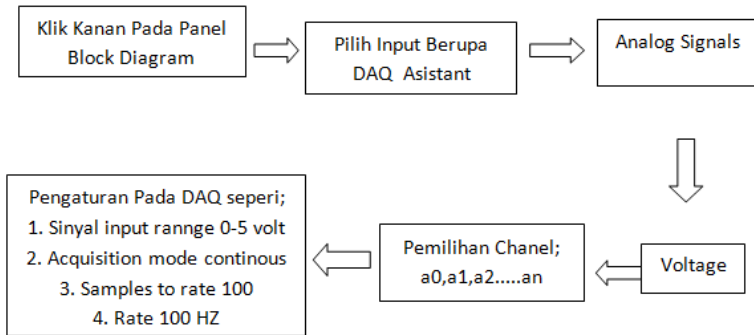


Gambar 3.5 Personal Computer

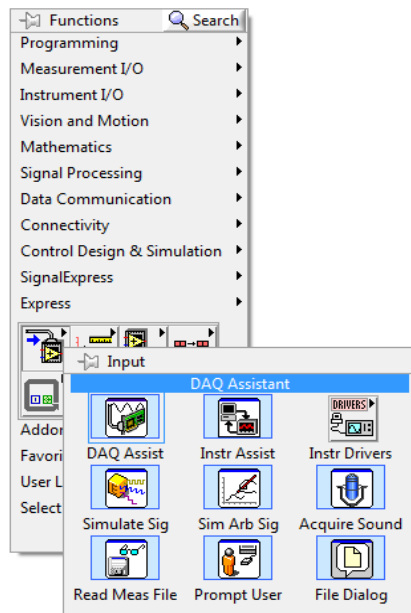
3.4 Perancangan Block Diagram

Untuk mendapatkan hasil yang benar dan persisi, perancangan Block diagram pada LabVIEW merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam pengakuisisian data. Perancangan block diagram dari sensor input sampai mendapatkan hasil berupa grafik dapat dilihat pada penjelasan berikut;

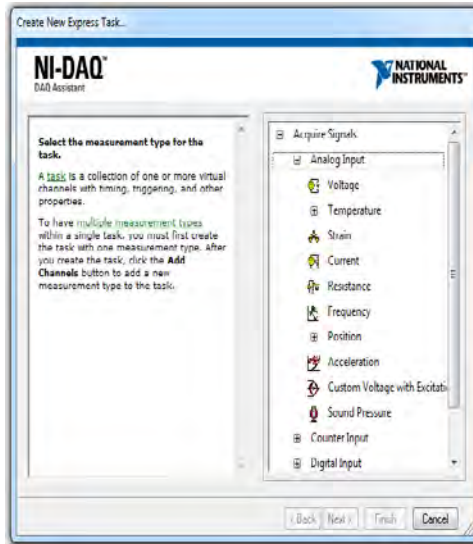
3.4.1 Perancangan block diagram DAQ



Gambar 3.6 Alur Perancangan Block Diagram DAQ



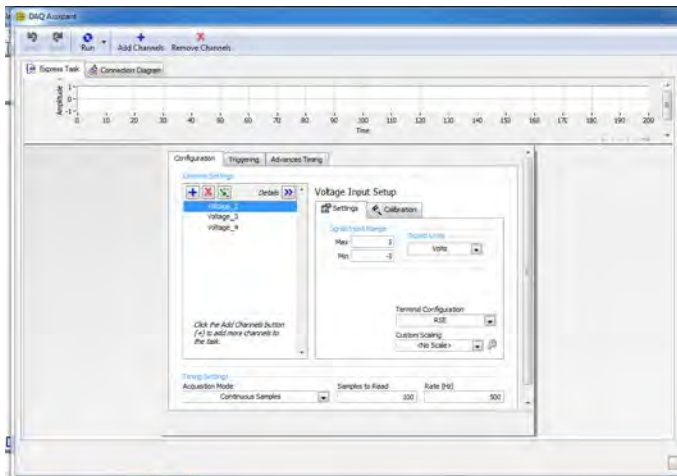
Gambar 3.7 Pemilihan Block DAQ Asistan



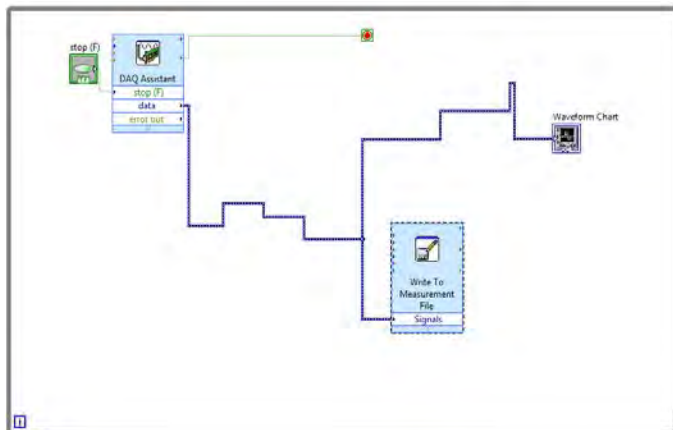
Gambar 3.8 pemilihan Sinyal Input



Gambar 3.9 Pemilihan Chanel Input

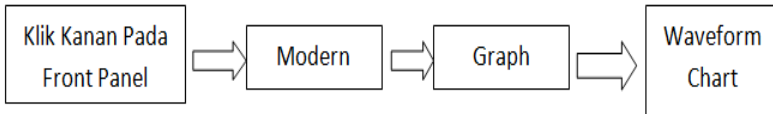


Gambar 3.10 Penyetingan Parameter DAQ

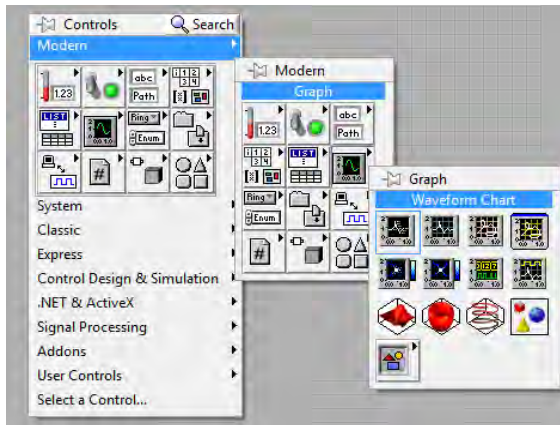


Gambar 3.11 Block Diagram DAQ

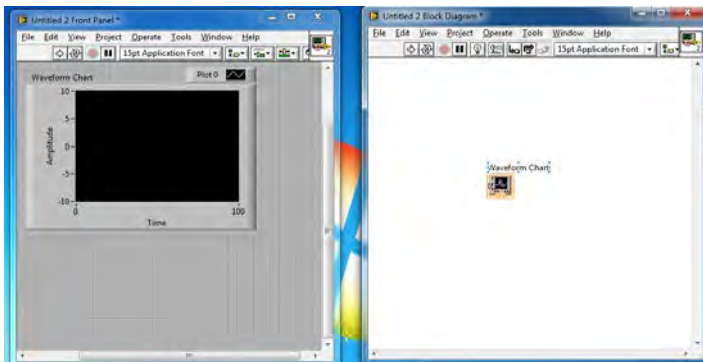
3.4.2 Perancangan block diagram grafik



Gambar 3.12 Alur Penyetingan Block Diagram Grafik



Gambar 3.13 Penyetingan Kurva pada Front Panel



Gambar 3.14 Tampilan Grafik pada Block Diagram dan Front Panel

3.5 Pengkalibrasian Alat Ukur

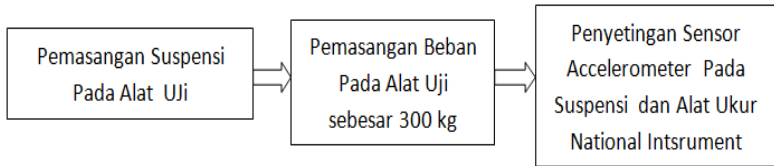
Setelah melakukan perancangan blok diagram pada LabVIEW, untuk mendapatkan hasil grafik yang akurat dan sesuai dengan standart. Maka perlu dilakukan kalibrasi pada alat National Instrument dengan cara membandingkan hasil output sensor accelerometer yang ada pada LabVIEW dengan hasil yang keluar pada digital oscilloscope. Cara membandingkannya yaitu dengan melihat nilai range amplitudo dan perioda pada masing-masing alat ukur, jika eror yang terjadi kurang dari 5% maka grafik yang keluar bisa dikatakan benar. Tapi jika grafik keluaran terjadi perbedaan lebih dari 5% dari digital oscilloscope, maka perlu dilakukan pengecekan kembali pada blok diagram.

3.6 Set Up Pengujian Shock Absorber

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat dan tepat, maka harus melakukan pengujian pada suspensi mobil dengan keadaan sebenarnya. Pengujian yang dilakukan penulis yaitu dengan menggunakan alat uji Quarter car suspension test rig dengan beban kendaraan yang digunakan 200 kg (seperempat bagian kendaraan). Set up pengujian dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3.15 sketsa alat uji suspensi



Gambar 3.16 Alur Penyetingan Alat Uji



Gambar 3.17 Beban yang akan digunakan



Gambar 3.18 Suspensi yang diuji



Gambar 3.19 National Instrument

3.7 Melakukan Pengujian dan Analisa Hasil

pengujian yang dilakukan menggunakan pengujian eksitasi impuls dan eksitasi harmonik. Eksitasi impuls adalah pengujian yang dilakukan dengan pemberian beban kejut. Sedangkan eksitasi harmonik adalah pengujian yang dilakukan dengan pemberian beban secara kontiniu. Setelah itu kita melakukan analisa pada kedua hasil pengujian untuk menjawab tujuan dari percobaan.

3.8 Peralatan yang Digunakan

3.8.1 Accelerometer

Akselerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Accelerometer juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi. Accelerometer yang digunakan tipe ACC 103. Skema dari akselerometer bisa dilihat pada Gambar 3.20 dibawah ini.



Gambar 3.20 Accelerometer 103

SPECIFICATIONS

Frequency Response: 1 Hz to 10 kHz (up to $\pm 10\%$ rated output shift)

Rated Output: 10 mV/g nominal @ 100 Hz

Frequency Range: 2 Hz to 10 kHz (up to $\pm 5\%$ rated output shift)

Amplitude Range: ± 500 g peak

Amplitude Linearity: $\pm 2\%$ up to 500 g peak

Temperature Range: -50 to 120°C (-60 to 250°F)

Temperature Sensitivity Effect: 0.06% FS/ $^{\circ}\text{F}$

Discharge Time Constant: 0.5 s min

Transverse Sensitivity: 5% of axial max

Strain Sensitivity: 0.001 g per microstrain @ $25^{\circ}/\mu\sigma$

Maximum g Without Clipping: ± 1000 g

Mounted Resonance Frequency: >40 kHz

Output Impedance: 100Ω

Bias Voltage: 10V nominal

Base Strain: 0.03 g/microstrain nominal

Noise Floor (Wideband): 0.007 g (rms)

Weight: 1.5 g (0.05 oz) nominal (without cable)

Material: Stainless steel

Dimensions: 7.11 H x 6.35 mm hex base (0.28 x 0.25")

Connector: 10-32 male, cable not included (order model no. ACC-CB2-10)

3.8.2 National instrument

Untuk membantu mengakuisisi data dibutuhkan suatu perangkat keras berupa national instrument. Adapun salah satu fungsi dari alat ini adalah mengubah sinyal input berupa analog menjadi sinyal digital, dan hasil dari sinyal akan dikeluarkan berupa grafik pada layar monitor komputer. National instrument yang digunakan adalah tipe NI USB-6221 BNC. Berikut adalah gambar dari NI yang digunakan.



Gambar 3.21 National Instrumen tipe NI USB-6221 BNC

3.8.3 Suspension test rig

Suspension tester yang digunakan untuk melakukan studi eksperimental karakteristik RSA, damping, dan spring. Model pengujian dari alat ini adalah *quarter model*, dimana pada suspensi yang diuji merepresentasikan $\frac{1}{4}$ massa kendaraan. Bisa dilihat pada Gambar 3.22 dibawah ini.

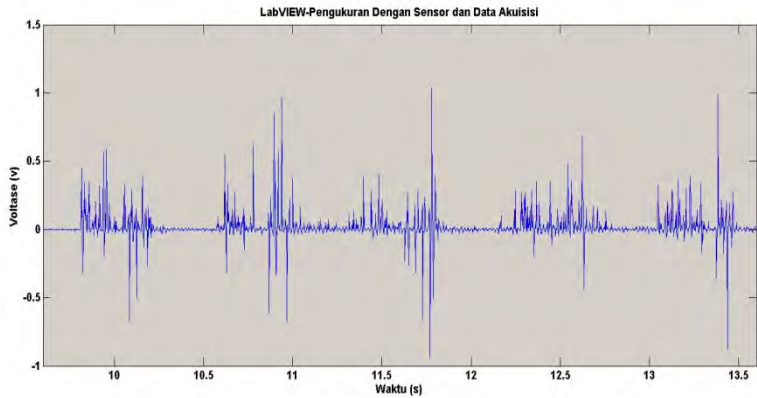


Gambar 3.22 *Suspension Test Rig*

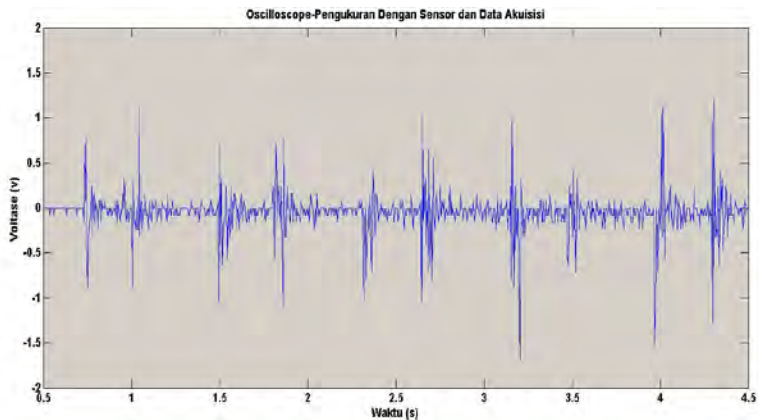
Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB IV PEMBAHASAN

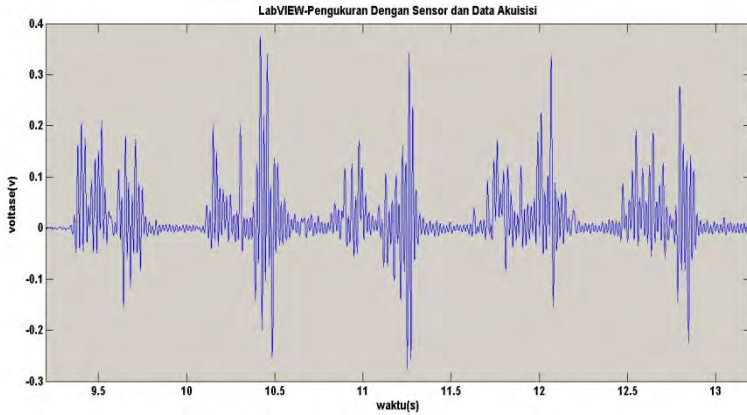
4.1 Pembahasan Grafik untuk Eksitasi 2 hz



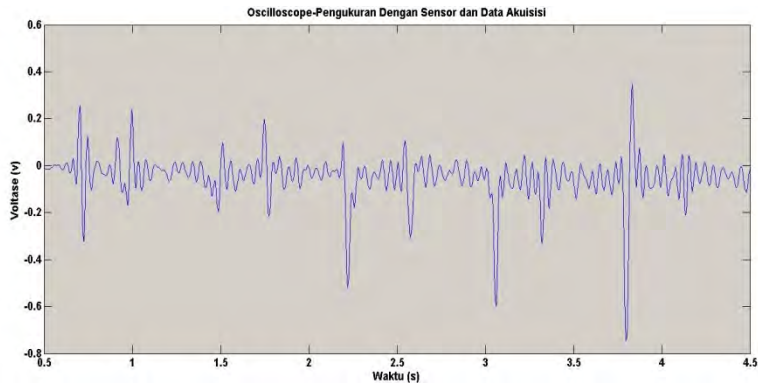
Gambar 4.1 Pengukuran Unsprung (LabVIEW) 2 hz-tanpa filter



Gambar 4.2 Pengukuran Unsprung (Digital Oscilloscope) 2 hz-tanpa Filter



Gambar 4.3 Pengukuran Usprung (LabVIEW) 2 hz- Filter

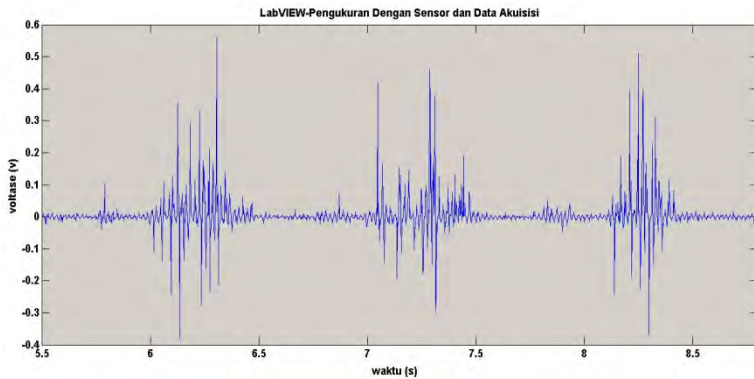


Gambar 4.4 Pengukuran Usprung (Digital Oscilloscope) 2 hz- Filter

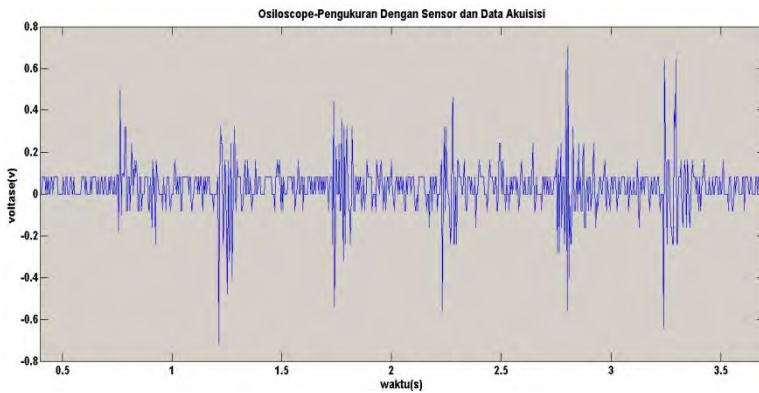
Gambar 4.1 dan gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran usprung pada suspensi untuk eksitasi 2 hz. Pada gambar 4.1 pengukuran menggunakan data akuisisi berupa National Instruments. Sedangkan gambar 4.2 pengukuran menggunakan data akuisisi berupa digital oscilloscope. Pada gambar 4.3 adalah hasil pengukuran dengan menggunakan National Instruments yang telah di filter, dan gambar 4.4 adalah hasil pengukuran dengan digital oscilloscope yang telah di filter.

Dengan Waktu Pengambilan data sekitar 4 detik, respon percepatan yang dikeluarkan oleh kedua data akuisisi hampir sama. Masing-masing data akuisisi mengeluarkan 10 kali respon percepatan, dengan selang waktu yang sama tiap kali terjadinya osilasi. Dari kedua hasil data akuisisi dilakukan filter pada masing-masing grafik. Gambar 4.3 dan 4.4 adalah hasil filter data akuisisi dari national instruments dan digital oscilloscope. Hasil yang telah di filter dicari akar rata-rata kuadrat (root mean square) untuk mendapatkan respon rata-rata yang terjadi pada kedua data akuisisi. Pada gambar 4.3 didapat RMS (root mean square) sebesar 0.09, sedangkan pada gambar 4.4 didapat RMS (root mean square) sebesar 0.076. Dari kedua data akuisisi diatas terdapat selisih RMS antara national instruments dan digital oscilloscope sebesar 0.014. selisih nilai yang dikeluarkan dikarenakan pengaruh medan magnet pada sensor dengan benda uji yang akan ditempel, Dan juga dipengaruhi oleh jumlah data yang direkam oleh masing-masing data akuisisi. Pada data akuisisi national instrument perekaman data tiap detiknya lebih banyak dibandingkan dengan digital oscilloscope, dikarenakan alat ukur national instruments lebih sensitif dibandingkan dengan digital oscilloscope. Nilai RMS yang dikeluarkan dengan jumlah data yang banyak lebih tinggi dibandingkan nilai RMS yang membaca sedikit data. Hal ini dapat terlihat pada kedua data akuisisi diatas.

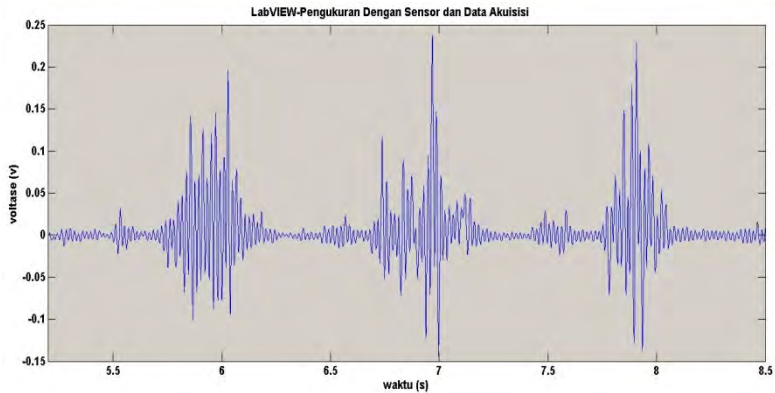
4.2 Pembahasan Grafik Untuk Eksitasi 1 hz



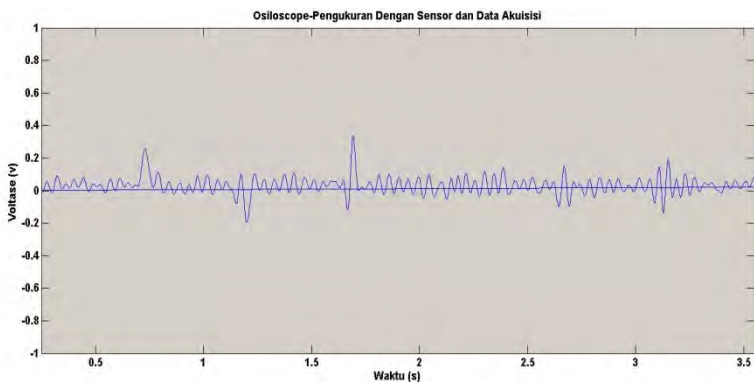
Gambar 4.5 Pengukuran Usprung (LabVIEW) 1 hz-tanpa Filter



Gambar 4.6 Pengukuran Unsprung (Digital Oscilloscope) 1 hz-tanpa Filter



Gambar 4.7 Pengukuran Usprung (LabVIEW) 1 hz- Filter



Gambar 4.8 Pengukuran Unsprung (Digital Oscilloscope) 1 hz- Filter

Gambar 4.5 dan gambar 4.6 menunjukkan hasil pengukuran usprung pada suspensi untuk eksitasi 1 hz. Pada gambar 4.5 pengukuran menggunakan data akuisisi berupa National Instruments. Sedangkan gambar 4.6 pengukuran menggunakan data akuisisi berupa digital oscilloscope. Pada gambar 4.7 adalah hasil pengukuran dengan menggunakan National Instruments yang telah di filter, dan gambar 4.8 adalah hasil pengukuran dengan digital oscilloscope yang telah di filter. Dengan Waktu Pengambilan data sekitar 3.3 detik, respon

percepatan yang dikeluarkan oleh kedua data akuisisi hampir sama. Masing-masing data akuisisi mengeluarkan 6 kali respon percepatan, dengan selang waktu yang sama tiap kali terjadinya osilasi. Dari kedua hasil data akuisisi dilakukan filter pada masing-masing grafik. Gambar 4.7 dan 4.8 adalah hasil filter data akuisisi dari national instruments dan digital oscilloscope. Hasil yang telah di filter dicari akar rata-rata kuadrat (root mean square) untuk mendapatkan respon rata-rata yang terjadi pada kedua data akuisisi. Pada gambar 4.7 didapat RMS (root mean square) sebesar 0.064, sedangkan pada gambar 4.8 didapat RMS (root mean square) sebesar 0.05. Dari kedua data akuisisi diatas terdapat selisih RMS antara national instruments dan digital oscilloscope sebesar 0.014. selisih nilai yang dikeluarkan dikarenakan pengaruh medan magnet pada sensor dengan benda uji yang akan ditempel, Dan juga dipengaruhi oleh jumlah data yang direkam oleh masing-masing data akuisisi. Pada data akuisisi national instrument perekaman data tiap detiknya lebih banyak dibandingkan dengan digital oscilloscope, dikarenakan alat ukur national instruments lebih sensitif dibandingkan dengan digital oscilloscope. Nilai RMS yang dikeluarkan dengan jumlah data yang banyak lebih tinggi dibandingkan nilai RMS yang membaca sedikit data. Hal ini dapat terlihat pada kedua data akuisisi diatas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian terlihat bahwa data akuisisi dengan menggunakan national instruments sudah dapat menggantikan data akuisisi berupa digital oscilloscope. Dikarenakan hasil yang dikeluarkan dari kedua grafik hampir sebanding. Adapun perbedaan yang ditimbulkan dikarenakan pengaruh medan magnet, noise yang dihasilkan masing-masing sensor, dan sampling rate pada national instrument lebih banyak dibandingkan dengan digital oscilloscope.
2. Dari kedua hasil pengujian dapat diketahui bahwa dari nilai *root mean square* (RMS) terjadi selisih nilai voltase rata-rata antara pengujian data akuisisi menggunakan national instrumen dengan pengujian menggunakan digital oscilloscope sekitar $\pm 10\%$. Ini dikarenakan sensor accelerometer yang digunakan terlalu sensitif. Sehingga gangguan akibat pengaruh perbedaan medan magnet dan getaran mesin akan ikut terbaca.

5.2 Saran

Dari berbagai kendala yang didapat pada saat pengujian, adapun saran yang diusulkan oleh penulis sebagai berikut :

1. Melakukan perbaikan secara berkala pada alat uji suspensi tes rig. Sehingga pada saat pengambilan data tidak terjadi kerusakan pada alat.
2. Disarankan sensor yang dimiliki lebih bervariasi. Tidak hanya sensor accelerometer saja. Supaya pada saat pengujian kita dapat membandingkan hasil pengukuran dengan sensor lain.

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Rao, Singiresu S. 2010. **Mechanical Vibration** (5th Edition). N.J.: Prentice Hall.
- Langdon, Justin D., January 2007. “**Design and Adaptive Control of a Lab-based, Tire-couple, Quarter-car Suspension Test Rig for the Accurate Re-creation of Vehicle Response**”. Mechanical Engineering.
- Kurniawan, Fransiscus Asisi Nova 2012. **Rancang Bangun Quarter Car Suspension Test Rig**. Surabaya: Teknik Mesin ITS
- Solichin, Moch 2013. **Pengembangan dan Studi Karakteristik Prototipe Regenerative Shock Absorber (RSA) Jenis Mekanis Elektromagnetik**. Surabaya: Teknik mesin ITS
- Karuniawati, Eti., mei 2013. “**Simulasi Pengukuran Daya Listrik Sistem 1 Fasa Menggunakan LabVIEW**”. Teknik Elektro
- Morris, Alan S., 2001. **Measurement and Instrumentation Principles**, <<http://id.wikipedia.org/wiki/Kalibrasi>>.
- Iskandar Z., 2009. **Struktur sistem akuisisi data**, <<http://isktutorialrad.blogspot.com/2006/11/minggu-02.html>>.
- Kusanto, Didik 2010. **Perancangan Sistem Akuisisi Data Sebagai Alternatif Modul DAQ LabVIEW Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535**. Surabaya : Teknik Fisika ITS
- Komarudin, M., Hidayat, Nur 2008. **Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Multifungsi Berbasis PC Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA8535**. Lampung : Teknik Elektro
- Kiswanta 2012. **Perancangan Sistem Akuisisi Data Temperatur Pada Bundel Uji Simulasi Eksperimen High Temperature Gas-Cooled Reactor**. Jakarta : Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam UI.

Widianto, Arif, Dena. **Perancangan Perangkat Lunak Akuisisi Data Elektrokardiografi (EKG) Pada Jaringan Lokal.**
Diponegoro : Teknik Elektro.

BIODATA PENULIS



Agung Patria Mandela dilahirkan di Padang, 17 November 1990. Anak pertama dari Dwi Fatrizal dan Endriarti, kakak dari Arinda Dwi Putri dan Arnavat Abiyu. Penulis menyelesaikan masa studi Sekolah Dasar di SD Semen Padang pada tahun 2003, dilanjutkan ke SMP Semen Padang lulus pada tahun 2006 dan SMA Semen Padang lulus pada tahun 2009.

Selepas SMA penulis melanjutkan studi di S1 Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut

Teknologi Sepuluh Nopember dan kemudian mengambil bidang studi desain. Selama kuliah pengurus aktif di organisasi UKM Taekwondo ITS. Penulis pernah menjabat sebagai ketua ormawa UKM Taekwondo. Penulis tertarik pada alat akuisisi data National Instruments, oleh karena itu penulis mendedikasikan Tugas Akhir dengan judul “Pengembangan Sistem Akuisisi Data pada Alat Uji Suspensi Model Seperempat Kendaraan”

Untuk semua masukan informasi dan masukan dapat menghubungi penulis melalui email mandelaagung@yahoo.com.

Lampiran

TAMPILAN HASIL DATA AKUISISI PADA NATIONAL INSTRUMENTS-Eksitasi 2hz



TAMPILAN HASIL DATA AKUISISI PADA NATIONAL INSTRUMENTS-Eksitasi 1hz

