

PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana



Oleh :

Nama : ARDIANTO

No. Mahasiswa : 10524038

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2017

PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



Oleh:

Nama : ARDIANTO

No. Mahasiswa : 10524038

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

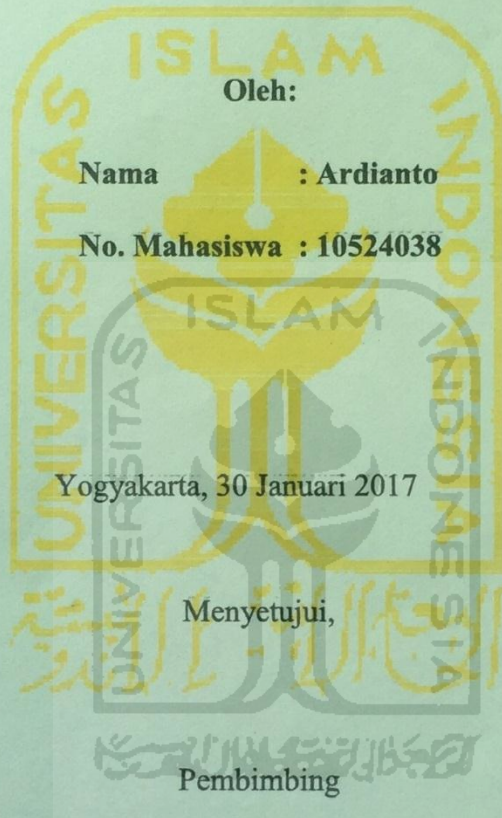
YOGYAKARTA

2017

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

TUGAS AKHIR



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardianto

No. Mahasiswa : 10524038

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Islam Indonesia atau perguruan tinggi lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 13 januari 2017



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS LABVIEW

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Ardianto
No. Mahasiswa : 10524038

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 30 Januari 2017

Tim Penguji,

Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

Ketua

Tito Yuwono, ST, Msc.

Anggota I

Elvira Sukma Wahyuni, S.pd, M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia


Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tugas akhir ini saya persembakan untuk kedua orang tua

“Bapak Masimun dan Ibu Sutarsih”

Atas kasih sayang, motivasi dan jasa yang tidak akan pernah terbalaskan



HALAMAN MOTO

"Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, 'Berilah kelapangan didalam majelis, maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat'. Q.S Al-Mujadalah ayat

11

"Dan sesungguhnya keutamaan orang yang berilmu atas orang yang ahli ibadah seperti keutamaan (cahaya) bulan purnama atas seluruh cahaya dan bintang"
(H.R. Ahmad, Tirmidzi, Abu Dawud, dan Ibnu Majjah)

"Barangsiapa menginginkan sukses dunia hendaklah diraihnya dengan ilmu dan barangsiapa menghendaki sukses akherat hendaklah diraihnya dengan ilmu, barangsiapa ingin sukses dunia akherat hendaklah diraih dengan ilmu" (Iman Syafi'i)

"Jangan pernah berputus asa jika menghadapi kesulitan, karena setiap tetes air hujan yang jernih berasal dari awan yang gelap"

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah *rabbi'l'alam*, segala syukur penulis haturkan kehadiran Allah *subhanahu wata'ala* yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini, yang disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada pendidikan Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Sholawat dan salam semoga tercurah kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad *sholallahu 'alaihi wassalam* beserta keluarga, dan sahabatnya beserta umatnya yang setia hingga akhir zaman.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis atas semua bantuan, dukungan, serta doa yang telah mereka berikan.
2. Bapak Dr.Eng Hendra Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dwi Ana Ratna Wati, ST,. M.Eng. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah mendampingi dan memberikan berbagai masukan dalam penulisan laporan ini.

4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan memberikan sebagian ilmunya selama duduk dibangku kuliah.
5. Abang saya Suwardi adik saya wilki adil tri Bramastio, beserta seluruh keluarga yang senantiasa memberukan dukungan baik moril maupun materiil, semangat dan doa yang di berikan penulis selama ini.
6. Teman-teman TE UII pada umumnya dan Khususnya angkatan 2010 atas do'a, dukungan dan bantuannya selama ini .
7. Mas Hery dan mas Agus yang selalu selalu menemanin dan memberikan bimbingannya selama di lab kendali dan Dasar Teknik Elektro.
8. Dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan untuk itu penulis memohon maaf dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis baik dalam segi pengalaman maupun segi pengetahuan, sehingga penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna.

Yogyakarta, 13 Januri 2017

Ardianto



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar belakang	1
1.2.Rumusan masalah.....	2
1.3.Tujuan penelitian.....	2
1.4.Manfaat penelitian	3
1.5.Batasan masalah	3
1.5.Sistematika penulisan	3
BAB II.TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1.Studi pustaka	5

2.2.NI USB-6009.....	6
2.3.Konstruksi NI USB-6009	8
2.4.Input Analog.....	9
2.5.LabVIEW	11
2.6.Sensor temperatur termokopel.....	11
2.7.Sensor berat Load Cell	13
BAB III PERANCANGAN SISTEM	16
3.1.Perancangan sistem akuisisi pengukuran temperatur	16
3.2.Perancangan sistem pengukuran berat.....	19
3.2.Perancangan GUI (graphical user interface)	25
BAB IVPENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	28
4.1.Pengujian akurasi pengukuran temperatur	28
4.2.Pengujian akurasi pengukuran berat.....	36
BAB V.PENUTUP.....	45
5.1.Kesimpulan.....	45
5.2.Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 NI USB-6009.....	6
Gambar 2.2 Blok diagram sistem akuisisi data.....	7
Gambar 2.3 Blok diagram NI USB-6009.....	8
Gambar 2.4 Skema mode diferensial	10
Gambar 2.5 Skema mode RSE.....	10
Gambar 2.6 sensor termokopel	12
Gambar 2.7 Sensor load cell	14
Gambar 3.1 Blok diagram sistem.....	15
Gambar 3.2 Pembacaan analog input DAQ dengan termometer	18
Gambar 3.3 Pembacaan analog input DAQ dengan Load Cell	20
Gambar 3.4 Blok diagram regresi linier.....	21
Gambar 3.5 Front panel regresi linier	21
Gambar 3.6 Blok diagram sistem monitoring.....	23
Gambar 3.7 GUI monitoring.....	25
Gambar 4.1 pengujian perbandingan temperatur dengan sample rate 5 HZ.....	28
Gambar 4.2 Pengujian perbandingan temperatur dengan sampel rate 8 HZ.....	30
Gambar 4.3 Pengujian perbandingan temperatur dengan sampel rate 10 HZ.....	32
Gambar 4.4 Pengujian perbandingan temperatur dengan sampel rate 20 HZ.....	34
Gambar 4.5 Rata-rata error pengukur sample rate 2,8,10 dan 20 HZ.....	35
Gambar 4.6 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 5 HZ.....	37
Gambar 4.7 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 8 HZ.....	39
Gambar 4.8 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 10 HZ.....	41

Gambar 4.9 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 20 HZ.....	43
Gambar 4.10 Rata-rata eror pengukur sample rate 5,8,10 dan 20 HZ	44



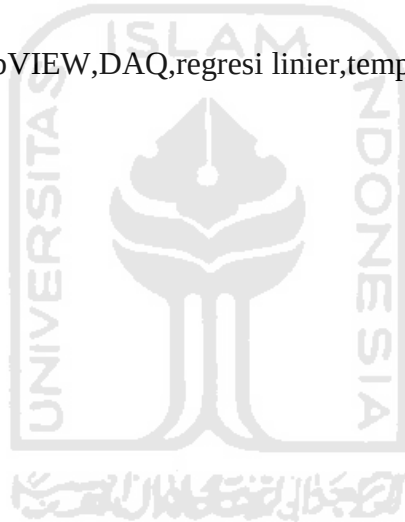
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi setiap pin terminal analog	9
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor Load Cell	14
Tabel 3.1 Pembacaan analog input DAQ NI USB-6009 dengan termometer.....	18
Tabel 3.2 Pembacaan analog input DAQ NI USB-6009 dengan timbangan	20
Tabel 4.1 Pengujian perbandingan temperatur dengan sample rate 5 HZ	27
Tabel 4.2 Pengujian perbandingan temperatur dengan sample rate 8 HZ	29
Tabel 4.3 Pengujian perbandingan temperatur dengan sample rate 10 HZ.....	31
Tabel 4.2 Pengujian perbandingan temperatur dengan sample rate 20 HZ	32
Tabel 4.4 Pengujian rata-rata error pada temperatur sample rate 5 HZ, 8 HZ, 10 HZ dan 20 HZ	34
Tabel 4.1 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 5 HZ.....	36
Tabel 4.1 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 8 HZ.....	38
Tabel 4.1 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 10 HZ.....	40
Tabel 4.1 Pengujian perbandingan berat dengan sample rate 20 HZ.....	42
Tabel 4.5 Pengujian rata-rata error pada berat sample rate 5 HZ, 8 HZ, 10 HZ dan 20 HZ.....	44

ABSTRAK

Sistem *monitoring* diperlukan untuk berbagai aplikasi dalam rangka meningkatkan *safety*, *scurity*, *efisiensi* maupun *productivity*. Hasil *monitoring* digunakan untuk pengambilan keputusan, melakukan tindakan yang diperlukan atau mengendalikan suatu keadaan. Penelitian ini fokus pada *mendisain sistem monitoring* temperatur dan berat. Sensor yang digunakan adalah termokopel type k untuk temperatur dan *load Cell La-b-b* untuk berat. Proses *akuisisi data* menggunakan NI USB-6009. *Monitoring sistem* dilakukan secara *real time* dengan menggunakan (PC) dan menggunakan LabVIEW 2013 sebagai *graphical user interface* (GUI)-nya. Data manipulasi menggunakan *regresi linier* agar nilai temperatur dan berat lebih akurat. Hasil *monitoring* disimpan dalam bentuk file. Hasil pengujian dengan berbagai *sample rate* menunjukkan toleransi besar ± 0.63 °C pada temperatur dan berat menunjukkan toleransi sebesar $\pm 9,87$ g.

Kata kunci: monitoring, LabVIEW, DAQ, regresi linier, temperatur, berat.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era yang moderen saat ini, perkembangan teknologi sangat cepat kebutuhan teknologi dibidang industri berkembang pesat diantaranya adalah aplikasi sistem pengendalian dan monitoring di dunia industri, kebutuhan dalam hal menampilkan dan mengolah data semakin mejadi kompleks, semakin variatif dan banyak. Salah satu piranti yang menangani keperluan tersebut adalah sistem akuisisi data. Tugas utama dari sistem akuisisi data adalah mengakuisisi sinyal sensor yang biasanya berupa sinyal analog, mengubah menjadi sinyal digital dan memberikanya pada sistem monitoring ataupun sistem pengendalian. Hampir semua proses di dunia industri dapat di monitor dengan menggunakan komputer dengan berbagai macam *software* diantaranya SCADA, Visual Basic dan lain-lain. Monitoring dibuat untuk mempermudah manusia dalam mempelajari dan mengamati proses. Monitoring dapat dilakukan dengan berbagai cara contohnya dengan deretan angka, gambar, maupun grafik.

Proses monitoring diperlukan untuk mengetahui keadaan atau proses yang sedang berlangsung di dunia industri maupun manufaktur. Hasil dari proses monitoring ini akan menghasilkan data monitoring yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti pengambilan keputusan, melakukan tindakan yang diperlukan, atau mengendalikan suatu keadaan. Oleh karena itu

proses monitoring sangat diperlakukan pada proses yang memerlukan pengawasan setiap saat dan memerlukan tindakan yang cepat.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dibutuhkan *software* yang mendukung Seperti LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) sebuah perangkat lunak yang dikembangkan untuk akuisisi dan sistem kontrol yang berbasis pemrograman grafik secara *real time*. Oleh karena itu LabVIEW mempunyai banyak fungsi antarmuka yang dapat langsung digunakan penggunaanya.

Aplikasi LabVIEW relatif lebih mudah dijalankan pada komputer, untuk dapat memonitoring temperatur, dan berat maka perangkat lunak ini harus di hubungkan dengan perangkat keras yaitu DAQ, maka data-data dari sensor dalam bentuk tegangan akan dapat diolah dalam perangkat lunak ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mendesain sistem monitoring dengan menggunakan LabVIEW?
2. Bagaimana menghubungkan LabVIEW ke DAQ?
3. Bagaimana cara menampilkan data hasil dari monitoring?
4. Bagaimana pengaruh *sampel rate* terhadap pengukuran?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk medesain sistem memonitoring berbasis LabVIEW dan DAQ serta dapat menampilkan hasil dari monitoring.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan prototipe sistem memonitoring berbasis LabVIEW dan DAQ.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini fokus kepada perancangan monitoring suhu dan berat.
2. Temperatur yang di ukur max 90 °C (temperatur turun).
3. Berat yang diukur max 10 kg (berat naik).
4. DAQ yang digunakan NI USB-6009.
5. Menggunakam *software* LabVIEW 2013.
6. Hanya membahas sistem monitoring tidak pada modul instrumennya,

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan:

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai penelitian sebelumnya yang mendukung dan berkaitan dengan penelitian tugas akhir dari berbagai sumber serta tinjauan

mengenai *sistem monitoring* temperatur dan berat, akuisisi data, dan *software* yang digunakan pada tugas akhir ini.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini di bahas perancangan sistem monitoring temperatur dan berat, perancangan akuisisi pengukuran temperatur, perancangan akuisisi pengukuran berat dan perancangan *graphic user interface* (GUI)

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan hasil pengujian akurasi pengukuran temperatur dan berat dengan *sample rate* yang berbeda-beda yaitu 5 HZ, 8 HZ, 10 HZ dan 20 HZ dan dari rata-rata *error* tersebut didapatkanlah *sample rate* yang terbaik.

BAB V KESIMPULAN

Bagian ini menyajikan kesimpulan berdasarkan penelitian pengujian dan analisis yang telah dilaksanakan serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Penelitian dilakukan oleh saeful bahri, dan kawan-kawan (2014) [1] prototipe sistem kendali PID dan *monitoring* temperatur berbasis LabVIEW. Pada penelitian ini dibahas tentang sistem pengaturan serta *monitoring* temperatur berbasis PC menggunakan *software* LabVIEW sebagai *monitoring* dan NI-DAQ 6008 sebagai komunikasi data antara PC dan sistem yang dikendalikan yaitu temperatur ruang oven. Sensor yang digunakan adalah LM35 dan Kontroler yang digunakan PID

Pada Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Muhamad Reza Adzani, dan kawan-kawan (2014) [2] memonitoring berat dan posisi kendaraan bermuatan menggunakan PC. Pada penelitian ini *power supply* +5 volt akan terhubung ke sensor *load cell* dan GPS. *Load cell* dihubungkan ke *op-amp* sebelum dihubungkan ke mikrokontroler ATmega16. Sedangkan GPS akan langsung terhubung ke mikrokontroler ATmega16. Kemudian dari *load cell* dan GPS yang masuk ke mikrokontroler ATmega16 akan diteruskan ke modem (*transmitter*). Dari modem (*transmitter*) akan di hubungkan ke modem (*receiver*) untuk ditampilkan ke Delphi.

Penelitian sebelumnya juga dilakukan oleh Alvian rahmat, dan kawan-kawan (2014) [3] prototipe penimbangan gula otomatis menggunakan sensor berat berbasis ATmega 16, penelitian ini menggunakan sensor berat *Load Cell Lab- b -b* untuk mengukur untuk mengukur beban yang ditimbang. Keluaran sensor berupa tegangan

yang akan dikuat dengan rangkaian penguat instrumentasi INA125. Setelah dikuatkan ,keluaran sensor akan di masukan kedalam ADC pada mikrokontroller ATmega16 dan beban yang terukur akan ditampilkan di LCD.

2.2 NI USB-6009

Gambar 2.1 memperlihatkan NI USB-6009. Sebagai teknologi baru, NI USB-6009 banyak digunakan oleh para konsumen dibidang industri dan di dalam dunia pendidikan teknik yang dapat mempermudah pekerjaan mereka untuk suatu kepentingan tertentu.



Gambar 2.1 NI USB-6009

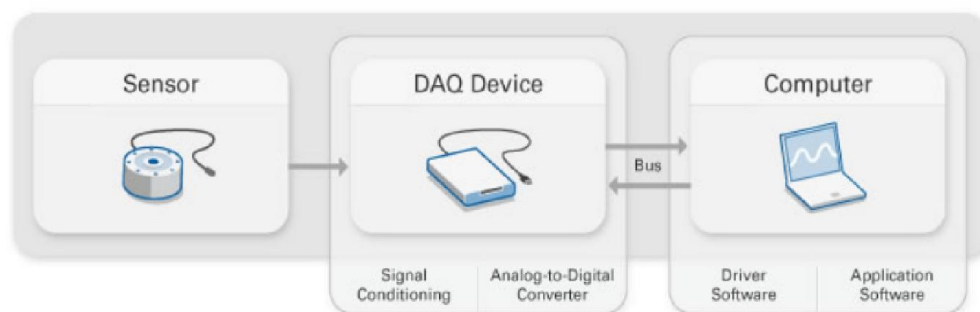
Penggunaan NI USB-6009 cukup praktis, karena dimasa sekarang hampir semua komputer memiliki port USB untuk komunikasi data. Sehingga perangkat ini disebut juga sebagai sistem akuisisi data. Karena menggunakan sistem USB maka NI-USB-6009 dapat terkoneksi secara *plug and play*, modul ini cukup mudah digunakan untuk

pengukuran yang cepat dan juga serbaguna untuk aplikasi pengukuran yang lebih kompleks.

Sistem akuisisi data adalah suatu proses mengumpulkan data dan mengukur sinyal elektrik dari sensor, *transducer*, dan memasukannya ke komputer untuk kemudian diproses. Jenis serta metode yang dipilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Akuisisi data mencakup dua tahap yaitu:

1. Membaca sinyal nyata (*real world*) dan mengkonversi ke dalam sinyal tegangan.
2. Mengkonversi sinyal tegangan ke dalam bilangan *biner* sehingga *personal computer* dapat menganalisanya.

Sistem akuisisi data terdiri dari sensor, DAQ Device, dan computer. Blok diagram sistem akuisisi data seperti terlihat pada Gambar 2.2.

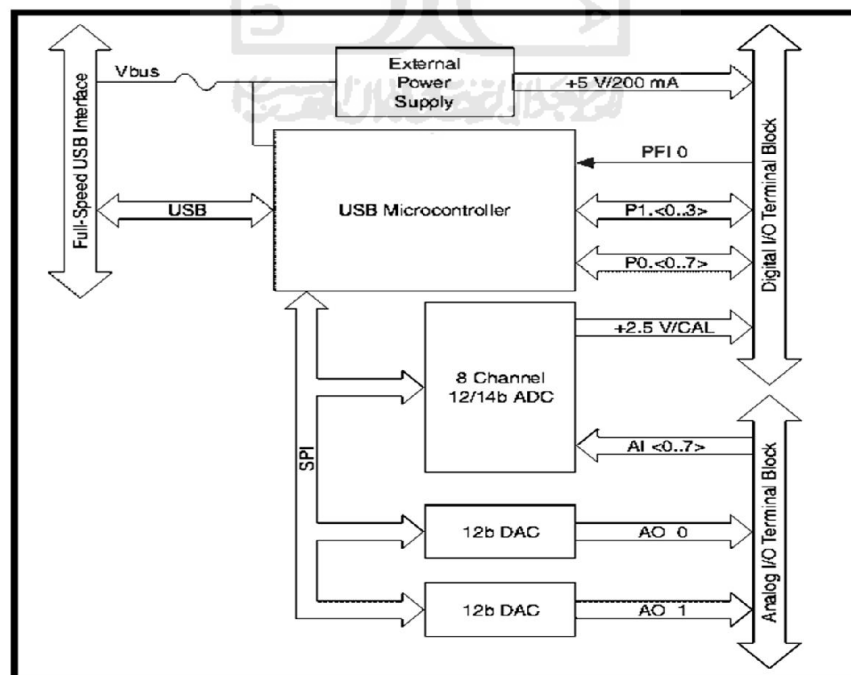


Gambar 2.2 Blok Diagram Sistem Akuisisi Data

Sensor atau *transduser* yang berfungsi merubah variasi gerak, panas, cahaya, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran.

2.3 Konstruksi NI USB-6009

Konstruksi NI USB-6009 seperti terlihat pada gambar 2.3 menyediakan koneksi 8 *analog input* (AI) *channel*, 2 *analog output* (AO) *channel*, 12 *digital input/output* (DIO) *channel*, dan 32 bit counter dengan USB berkecepatan penuh. Blok diagram di bawah memperlihatkan komponen-komponen fungsional yang terdapat pada NI USB-6009. NI USB-6009 memiliki 2 terminal sekrup yang dapat dipisahkan, satu untuk terminal *analog signal* dan yang satu lagi untuk terminal *digital*.

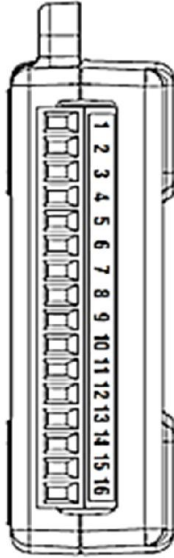


Gambar 2.3 Blok Diagram NI USB-6009

2.4 Input Analog

NI USB-6009 dapat menghubungkan sinyal input analog ke PC melalui I/O konektor. Berikut ini fungsi dari masing-masing pin pada terminal *analog* seperti ditunjukkan pada tabel 2.1.

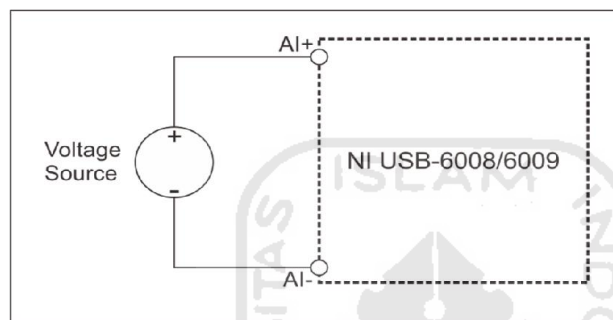
Tabel 2.1 Fungsi setiap pin terminal *analog*.

Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Kanal AI dapat dikonfigurasi dalam dua mode, yaitu:

1. Mode Sinyal Tegangan *Differential*.

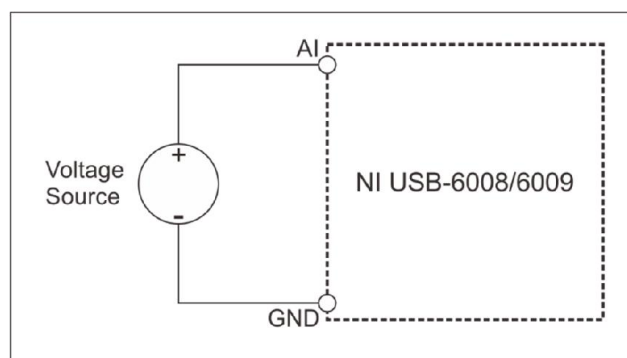
Untuk menggunakan fungsi ini ujung pada sinyal positif dihubungkan ke terminal AI+ dan ujung sinyal negatif ke terminal AI- seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 skema model *differential*

2. Mode *Reference Single-ended* (RSE)

Untuk menggunakan fungsi ini, maka ujung sinyal tegangan positif dihubungkan ke salah satu terminal AI dan ujung yang lain di hubungkan ke GRD seperti terlihat pada gambar 2.5.



Gamba 2.5 skema model RSE

2.5 LabVIEW

perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah LabVIEW yang merupakan instrumentasi virtual yang diproduksi oleh National Instrumen, berupa sebuah sistem perangkat lunak yang dikembangkan dengan tujuan utama adalah untuk data akuisisi dan sistem kontrol yang berbasis pemrograman grafik secara *real time*. Oleh karena itu, LabVIEW mempunyai banyak fungsi antarmuka yang dapat langsung digunakan oleh penggunanya.

Aplikasi LabVIEW juga telah digunakan pada kegiatan *monitoring* simulasi proses kontrol dari berbagai macam tipe dan jenis sensor pada bidang elektro. Perangkat lunak ini relatif mudah untuk dijalankan pada komputer dengan cara diinstal terlebih dahulu. Untuk dapat *memonitoring* kerja suatu alat yang telah dirancang, maka perangkat lunak pada komputer ini harus dihubungkan dengan perangkat keras NI USB-6009, sehingga data-data dari sensor dalam bentuk tegangan akan dapat diolah pada perangkat lunak ini.

2.6 Sensor Temperatur Termokopel

Termokopel adalah jenis sensor temperatur yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur temperatur melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan

panas secara gradient akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek “*Seeback*”.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor temperatur yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan Elektronika yang berkaitan dengan temperatur. Beberapa kelebihan termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan temperatur dan juga rentang temperatur operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C . Selain respon yang cepat dan rentang temperatur yang luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.



Gambar 2.6 Termokopel.

Termokopel yang digunakan tipe k dengan bahan logam konduktor positif nickel-chromium dan bahan logam konduktor negative nickel-aluminium dengan rentang temperatur 0°C sampai $+1200^{\circ}\text{C}$ dengan toleransi 2°C , sensitifitas termokopel $50\text{mv}/^{\circ}\text{C}$.

2.7 Sensor Berat Load Cell

Sensor *Load cell* adalah transduser yang mampu mengkonversikan berat atau gaya menjadi sinyal elektrik melalui perubahan *resistansi* yang terjadi pada *strain gauge*. *Load cell* biasanya terdiri dari empat susun *strain gauge* dalam konfigurasi jembatan *wheatstone*. Sensor ini bersifat resistif dan nilai konduktansinya berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterima.

Dalam keadaan tanpa beban, besar resistansi pada tiap sisi jembatan *wheatstone* bernilai sama, tetapi ketika sensor diberi beban maka resistansi pada tiap sisi jembatan *wheatstone* menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan inilah yang dimanfaatkan untuk mengukur berat pada suatu benda. Keluaran sinyal listrik sensor ini hanya beberapa millivolt sehingga membutuhkan penguatan dengan penguat instrumentasi sebelum dapat digunakan. Pada gambar 2.7 merupakan *load cell* yang digunakan sebagai sensor berat.



Gambar 2.7 Load Cell

Load cell yang digunakan bertipe LAB-B-B dengan kapasitas beban maksimal sebesar 10 kg. Sensitivitas sensor sebesar 2 mV/g dengan toleransi sebesar 10%. Sensor mampu bekerja pada temperatur -20oC sampai dengan 80 oC dan kapasitas *overload* yang dapat ditolerir sebesar 150% dari beban maksimalnya. Spesifikasi lengkap dari sensor *Load cell* LAB-B-B dapat dilihat dalam table 2.2.

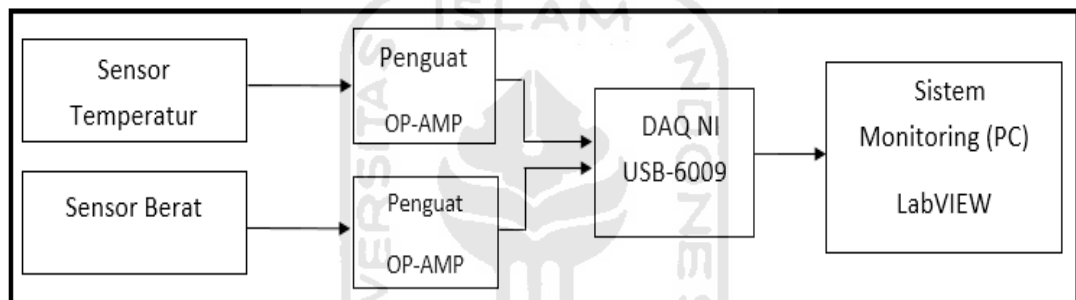
Tabel 2.2 spesifikasi sensor *Load cell Lab-b-b*.

Spesifikasi	Keterangan
Range	0 - 10 kg
Creep	0,03 %
Supply Voltage	5 -10V
Sensitivity	2 mV/g
Zero Output	<2%
Operating Temperature	-20 to 80oC
Overload	150%
Insulation Resistance	2000MΩ

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem *monitoring* temperatur dan berat ini menggunakan sensor termokopel dan *Load Cell*, DAQ sebagai *interface* yang digunakan yaitu DAQ NI USB-6009 dan sebagai sistem monitoringnya menggunakan LabVIEW 2013. Seperti terlihat blok diagram sistem ditunjukkan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem.

Sistem *monitoring* ini terdiri dari monitoring temperatur dan berat. Temperatur yang terukur pada air di dalam gelas dibaca oleh sensor temperatur yaitu termokopel tipe k sedangkan berat yang terukur pada berat air dibaca oleh *Load Cell*. Pembacaan tegangan pada sensor dengan menggunakan DAQ NI- 6009 sebagai sistem akuisisi data. Sistem *akuisisi data* disini adalah suatu proses pengambilan data *input* yang dihasilkan oleh sensor temperatur dan berat menggunakan perangkat DAQ NI-6009 ke dalam *personal computer (PC)*.

Pada penelitian ini *port* yang digunakan pada DAQ NI-6009 adalah *port Analog Input 1 (AI1)* untuk *monitoring* temperatur dan *Analog Input 2 (AI2)* untuk

monitoring berat. *Analog Input 1* (AI1) dan *Analog Input 2* (AI2) masing-masing membawa *output* tegangan dari sensor termokopel dan *Load Cell*. Perancangan *monitoring* ini menggunakan *software* LabVIEW 2013. Perancangan *monitoring* ini terdiri dari beberapa tahap:

1. Perancangan sistem akuisisi temperatur.
2. Perancangan sistem akuisisi berat.
3. Perancangan *Graphical User Interface* (GUI)

3.1 Perancangan sistem akuisisi Temperatur

Sistem akuisisi data pengukuram temperatur ini dari sensor termokopel diperkuat menggunakan Op-Amp dari Op-Amp disambungkan ke DAQ menggunakan *port Analog Input 1* (AI1) didalam DAQ terdapat ADC (*analog digital Conveter*) sehingga data dalam bentuk *digital* yang dapat dibaca oleh PC yang disambungkan menggunakan USB dan diolah oleh LabVIEW.

Setelah data tegangan sensor termokopel tertampil di LabVIEW mencari rumus *data manipulation* dirancang untuk memanipulasi data tegangan yang dikonversikan ke nilai temperatur agar nilai yang ditampilkan pada grafik dan tabel dapat sesuai dengan nilai yang terukur pada alat ukur temperatur termometer dengan cara membandingkan setiap nilai tegangan dengan nilai temperaturnya. Tabel perbandingan tersebut terlihat pada tabel 3.1. Sedangkan perbandingan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3.2.

Regresi linier adalah metode statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara variabel faktor penyebab terhadap variabel akibatnya. Faktor penyebab pada umumnya dilambangkan dengan x atau disebut juga dengan *Predictor* sedangkan variabel akibat dilambangkan dengan y atau disebut juga dengan *response*. Model persamaan *regresi linier* sederhana adalah sebagai berikut:

$$y = a + bx \quad (3.1)$$

Dimana:

y = Variabel *response* atau variabel akibat.

x = Variabel *predictor* atau Variabel Faktor penyebab.

a = Konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan) besar response yang ditimbulkan oleh *predictor*.

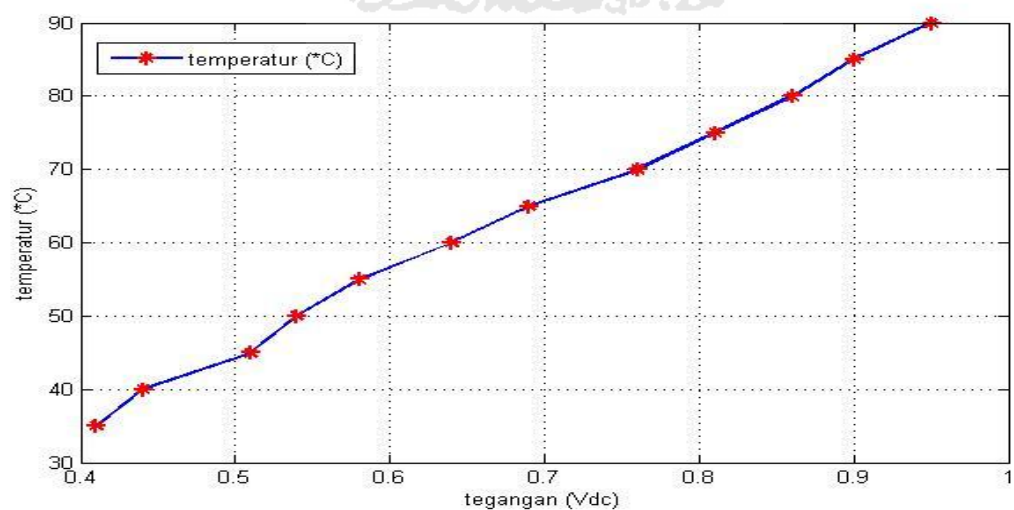
Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawa ini:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.2)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.3)$$

Tabel 3.1 Pembacaan *Analog Input* DAQ NI-6009 dengan termometer.

Temperatur Terukur oleh Termokopel (°C)	Tegangan (volt)
35	0.41
40	0.44
45	0.51
50	0.54
55	0.58
60	0.64
65	0.69
70	0.76
75	0.81
80	0.86
85	0.90
90	0.95

Gambar 3.2 Pembacaan *Analog Input* DAQ NI-6009 dengan Termometer

Setelah didapatkan data tersebut selanjutnya, yaitu membuat manipulasi data tegangan ke temperatur, dengan cara memasukkan data ke program regresi linier di LabVIEW sehingga didapat kan persamaan:

$$y = -3,9 + 98,49x \quad (3.4)$$

Sehingga diperoleh persamaan matematis seperti yang terlihat pada persamaan 3.4 Kemudian nilai tersebut diterapkan pada blok diagram pada gambar 3.6.

Program *regresi linier* dapat di *download* di LabVIEW 2013 pada terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5.

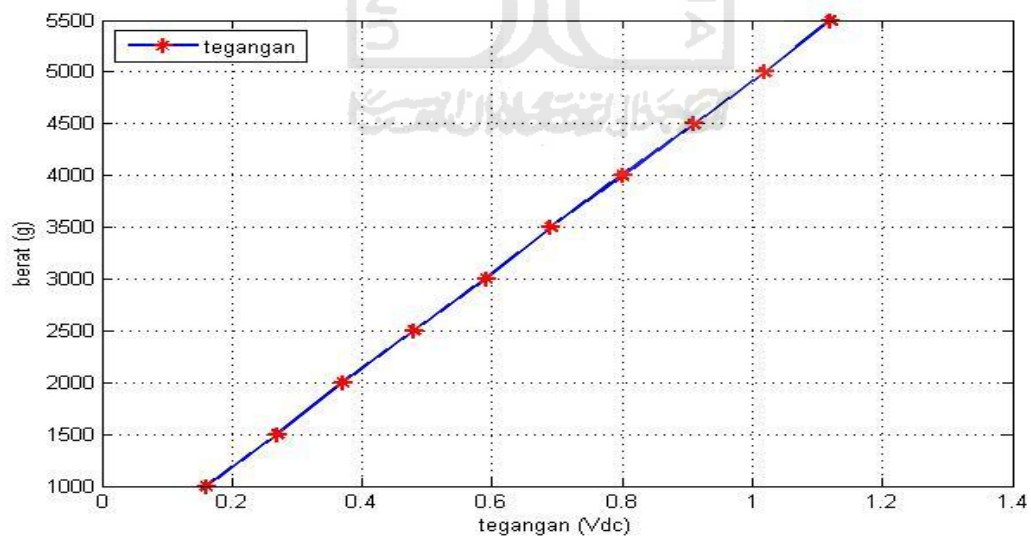
3.2. Perancangan akuisisi Pengukuran Berat

Sistem akuisisi data pengukuram temperatur ini dari sensor berat load cell diperkuat menggunakan Op-Amp dari Op-Amp disambungkan ke DAQ menggunakan *port Analog Input 2* (AI2) di dalam DAQ terdapat ADC (*analog digital Conveter*) sehingga data dalam bentuk digital yang dapat dibaca oleh PC yang disambungkan menggunakan USB dan diolah oleh LabVIEW.

Setelah data tegangan sensor termokopel tertampil di LabVIEW mencari rumus *data manipulation* dirancang untuk memanipulasi data tegangan yang dikonversikan ke besar nilai berat agar nilai yang ditampilkan pada grafik dan tabel dapat sesuai dengan nilai yang terukur pada alat ukur berat timbangan dengan cara membandingkan setiap nilai tegangan dengan nilai nyata berat. Berikut tabel perbandingan tersebut seperti terlihat pada tabel 3.2. Sedangkan perbandingan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3.5.

Tabel 3.2 Pembacaan *Analog Input* DAQ NI-6009 dengan timbangan .

Berat Terukur oleh Timbangan (g)	Tegangan (volt)
1000	0.16
1500	0.27
2000	0.37
2500	0.48
3000	0.59
3500	0.69
4000	0.80
4500	0,91
5000	1,02
5500	1,12

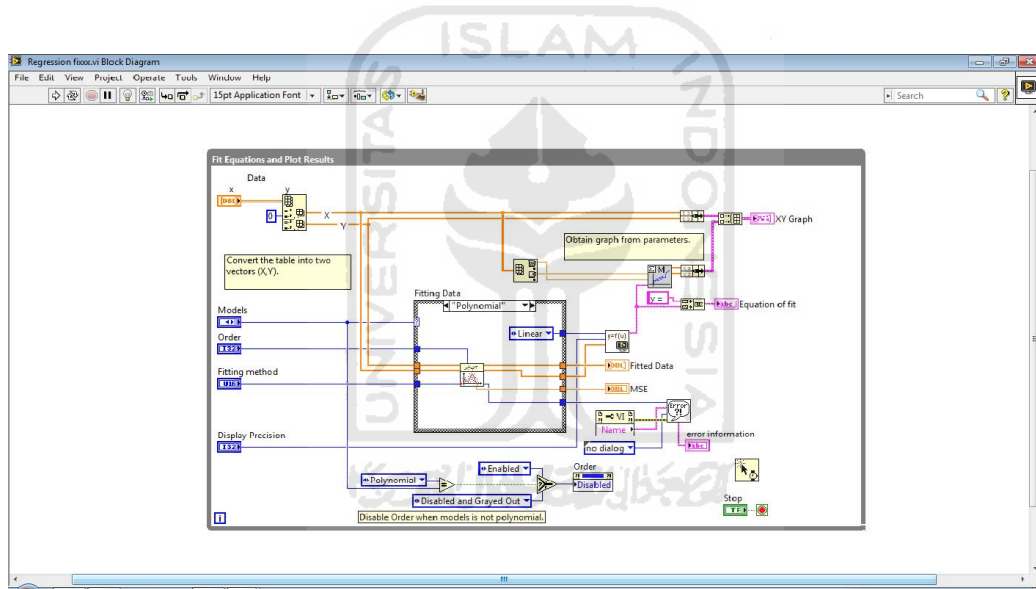
Gambar 3.3 Pembacaan *Analog Input* DAQ NI-6009 dengan timbanga.

Setelah didapatkan data tersebut selanjutnya, yaitu membuat manipulasi data tegangan keberat, dengan cara memasukkan data keprogram *regresi linier* di LabVIEW sehingga didapatkan persamaan:

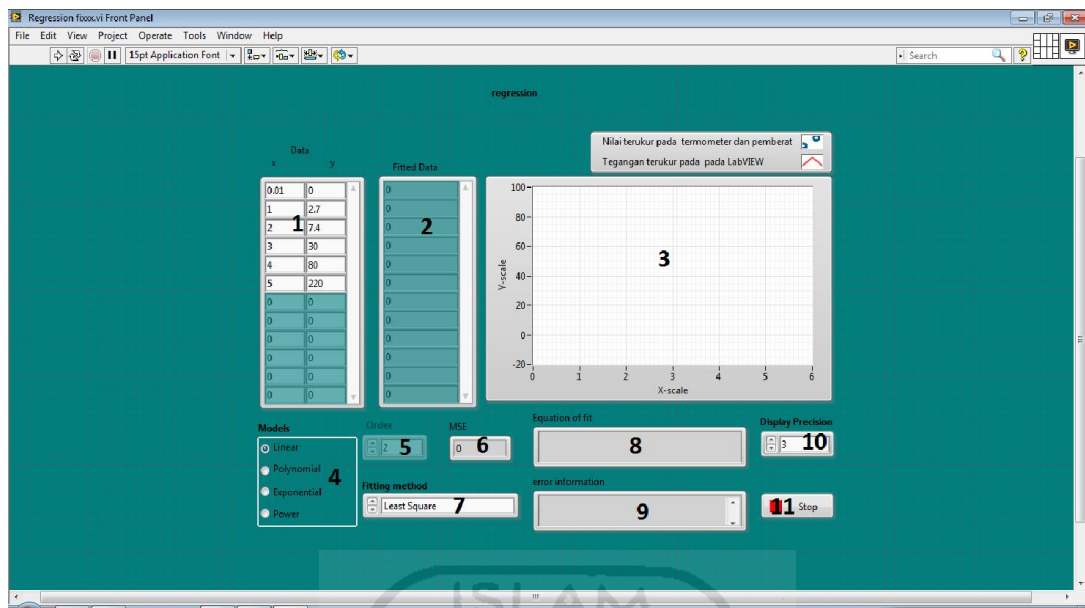
$$y = 254,09 + 4670x \quad (3.5)$$

Sehingga di peroleh persamaan matematis seperti terlihat pada persamaan 3.5. Kemudian nilai tersebut diterapkn pada blok diagram pada gambar 3.6.

Program regresi linier dapat di *download* di LabVIEW 2013 pada terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5.



Gambar 3.4 blok diagram *regresi linier*.



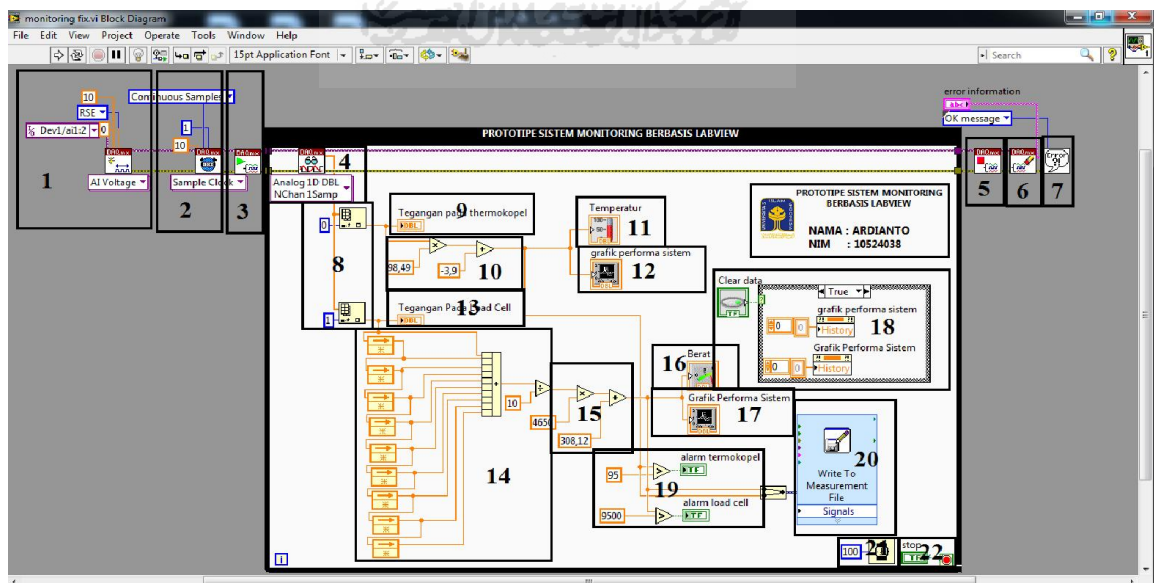
Gambar 3.5 Front panel regresi linier.

Keterangan:

1. Untuk memasukkan data regressi x adalah untuk tegangan yang terukur pada LabVIEW dan y adalah untuk nilai temperatur dan berat yang terukur pada alat ukur.
2. *Fitted* data adalah selisih data antara data dari x dan y.
3. Untuk melihat grafik hubungan antara tegangan yang terukur di LabVIEW dan nilai pada termometer dan berat.
4. Untuk memilih regresi yang akan di pilih di antaranya *regresi linier*, *polynomial*, *exponential* dan *power* tetapi yang di pakai hanya *regresi linier*.
5. Untuk memilih order regresi yang akan digunakan.
6. MSE (*mean square error*) yaitu rata-rata *error* yang di hasilkan dari regresi.

7. *Fitting method* untuk mengkonversi dari besaran tegangan ke besaran temperatur dan berat.
8. Untuk melihat hasil dari regresi linier yang akan digunakan untuk memanipulasi data yang tegangan yang dikonversikan ke besaran nilai temperatur dan berat agar nilai yang ditampilkan sesuai dengan alat ukur termometer dan berat yang terukur.
9. Untuk melihat informasi bila pada program terdapat *error*.
10. Untuk memilih kepresisian yang diinginkan.
11. Untuk menghentikan program yang sedang berjalan.

Setelah merancang akuisisi pengukuran temperatur dan berat maka hasil dari persamaan di terapkan diblok diagram monitoring temperatur dan berat terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Blok diagram sistem monitoring

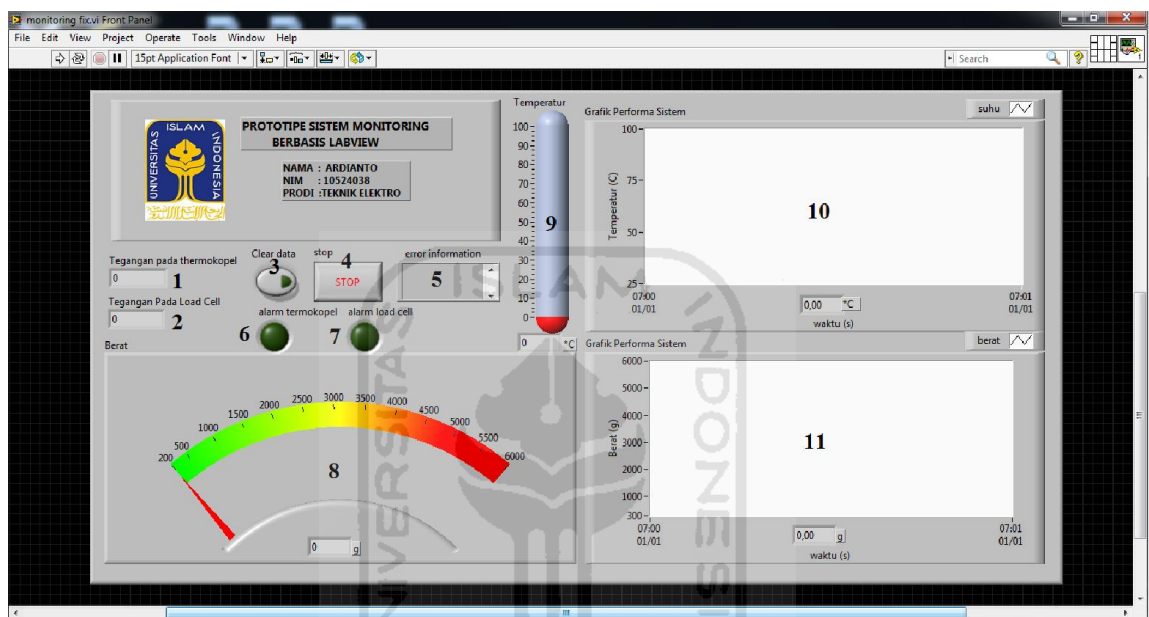
Keterangan:

1. *DAQ Creat Virtual Chanel* ini untuk mengatur *Port* analog input pada DAQ NI USB-6009 yang diinginkan dari *port Analog Input 0* (AI0) sampai *port Analog Input 7* (AI7), dan mengatur medel sambungan RSE atau *Diferential*.
2. *DAQmx timing* mengatur waktu pengambilan data di sini saya atur dalam waktu 1 detik data yang di ambil 10.
3. *DAQmx start* untuk memulai *memonitoring* temperatur dan berat.
4. *DAQmx read* untuk membaca data *monitoring* temperatur dan berat dalam bentuk tegangan.
5. *DAQmx stop* untuk menghentikan proses *monitoring* yang sedang berjalan.
6. *DAQmx clear* untuk menghapus data *monitoring* dalam bentuk grafik.
7. *DAQmx simple error handler* untuk menampilkan bila terjadi eror di program.
8. *Index array* untuk memecahkan data, karena *multiple chanel* data di ambil sekaligus yaitu berupa data tegangan dari sensor temperatur dan berat.
9. *Numerik indikator* untuk menampilkan data tegangan pada sensor termokopel.
10. *Data manipulation* dirancang untuk memanipulasi data tegangan yang dikonversikan ke besar nilai temperatur agar nilai yang ditampilkan pada grafik dan tabel dapat sesuai dengan nilai yang terukur pada alat ukur temperatur termometer.
11. Untuk menampilkan hasil monitoring temperatur dalam bentuk gambar termometer.
12. Untuk menampilkan hasil monitoring temperatur dalam bentuk grafik.
13. *Numerik indikator* untuk menampilkan data tegangan pada sensor Load cell.

14. Blok rata-rata tegangan; data tegangan berat ini dijumlahkan kemudian dibagi 10, karena jumlah data yang diambil berjumlah 10 data. ini juga berfungsi sebagai filter.
15. *Data Manipulation* dirancang untuk memanipulasi data tegangan yang dikonversikan ke besaran nilai Berat agar nilai yang ditampilkan pada grafik dan termometer dapat sesuai dengan nilai yang terukur pada berat timbangan dan grafik dengan cara membandingkan setiap nilai tegangan dengan nilai nyata berat.
16. Untuk menampilkan hasil *monitoring* berat dalam bentuk timbangan.
17. Untuk menampilkan hasil *monitoring* berat dalam bentuk grafik.
18. *Clear data* untuk menghapus data *monitoring* dalam bentuk grafik.
19. Alarm untuk pengaman sensor apabila lebih dari kemampuan sensor maka lampu led akan hidup.
20. *Write to measurement to file* untuk menyimpan hasil *monitoring* dan akan disimpan di notepad.
21. *Timing wait (ms)* untuk menunda waktu dalam 1 detik.
22. *Stop* untuk menghentikan proses *monitoring* yang sedang berjalan.

3.2 Perancangan *Graphical User Interface* (GUI)

Fungsi dari GUI yang akan dibangun adalah untuk menampilkan data *monitoring* dan mengendalikan sistem secara keseluruhan. Dapat dilihat GUI sistem *monitoring* pada Gambar 3.10.



Gambar 3.7 GUI monitoring

Keterangan:

1. Numerik indikator untuk menampilkan data tegangan pada termokopel
2. Numerik indikator untuk menampilkan data tegangan pada *Load Cell*.
3. *Clear data* untuk menghapus data *monitoring* temperatur dan berat.
4. Tombol *stop* untuk menghentikan *moitoring* yang sedang berjalan.
5. *Error information* untuk memberikan informasi bila ada sistem yang *error*.
6. Alarm pada termokopel sebagai pengaman pada sensor pada termokopel.
7. Alarm pada *load cell* sebagai pengaman pada sensor *load cell*.

8. Timbangan merupakan visualisasi dari nilai berat pemberat sesungguhnya, sehingga terlihat seperti timbangan sesungguhnya dan memudahkan untuk *memonitoring*.
9. Termometer merupakan visualisasi dari nilai temperatur air sesungguhnya, sehingga terlihat seperti termometer sesungguhnya dan memudahkan untuk *memonitoring*.
10. *Grafik process monitoring* temperatur merupakan penampilan dari monitoring temperatur dalam bentuk grafik.
11. *Grafik process monitoring* Berat merupakan penampilan dari *monitoring* Berat dalam bentuk grafik



BAB IV

PENGUJIAN, ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas hasil pengujian *monitoring* temperatur dan berat yang dibuat. Selanjutnya hasil tersebut dianalisa agar dapat diketahui seberapa jauh keberhasilan perancangan *monitoring* yang telah dibuat.

4.1 Pengujian akurasi pengukuran temperatur.

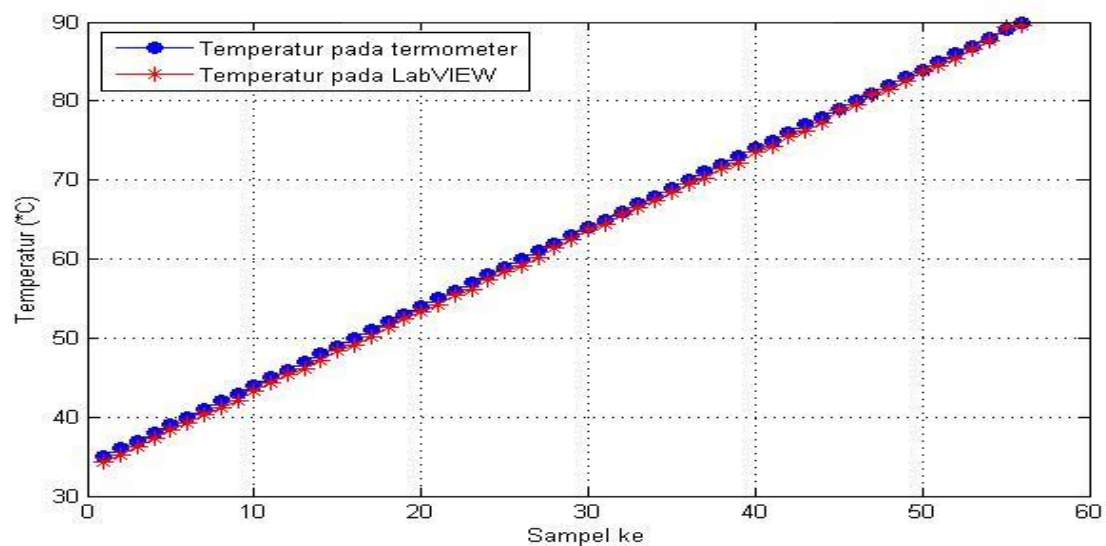
Pada pengujian ini membandingkan nilai temperatur pada LabVIEW dengan temperatur pada termometer. *Error* yang didapat untuk mengetahui berapa nilai kesalahan antara temperatur yang tertampil di LabVIEW dan di termometer dengan mengubah *sample rate* 5 HZ, 8 HZ, 10 HZ, dan 20 HZ apakah *regresi* masih bisa digunakan pada *sample rate* yang berbeda-beda atau tidak.

Tabel 4.1 pengujian perbandingan temperatur dengan *sample rate* 5 HZ.

No	Nilai temperatur pada termometer (⁰ C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (⁰ C)	<i>Error</i> (⁰ C)
1	35	34,26	0,76
2	36	34,93	0,75
3	37	35,92	0,75
4	38	37,27	0,74
5	39	38,26	0,73
6	40	39,27	0,73
7	41	40,23	0,72
8	42	41,25	0,74
9	43	42,04	0,96

No	Nilai temperatur pada termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Temperatur pada LabVIEW ($^{\circ}\text{C}$)	Error ($^{\circ}\text{C}$)
.	.	.	.
.	.	.	.
49	83	82,53	0,47
50	84	83,25	0,22
51	85	84,77	0,46
52	86	85,36	0,71
53	87	86,52	0,45
54	88	87,46	0,45
55	89	88,33	0,32
56	90	89,78	0,43
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0.64

Dari tabel 4.1 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) dapat dilihat bahwa selisih rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 0,64$ $^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian selisih dari penampilan temperatur termometer dan temperatur LabVIEW ini dapat di katakan memiliki *error* yang kecil.



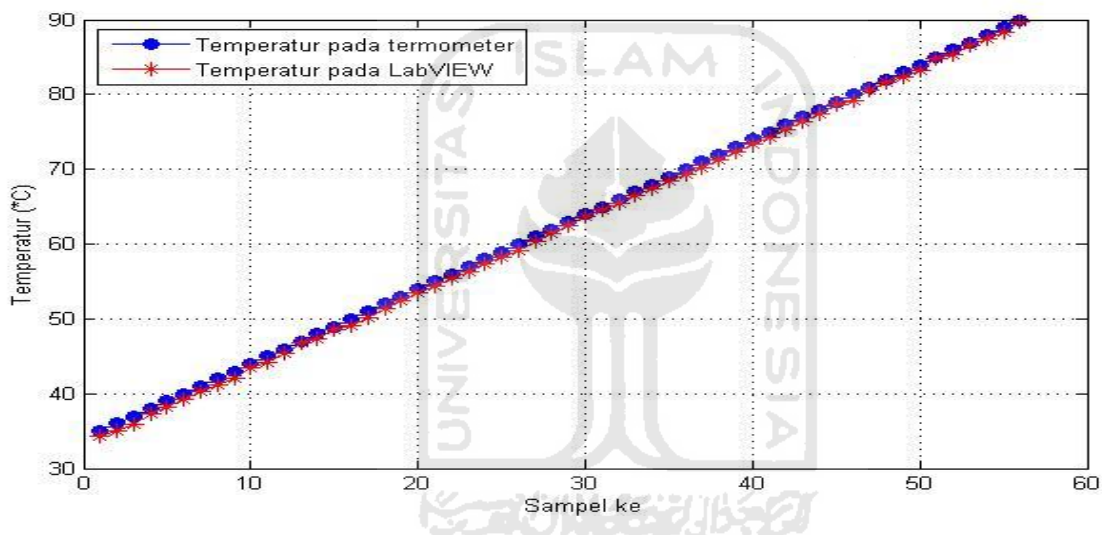
Gambar 4.1 pengujian perbandingan temperatur dengan *sampel rete* 5 HZ.

Dari gambar 4.1 grafik hubungan dapat diketahui bahwa, nilai temperatur pada termometer lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur pada LabVIEW. Akan tetapi selisih dari kedua penampilan temperatur tidak terlalu signifikan perbedaan nilai temperaturnya dengan menggunakan sampel rate 5 HZ sudah cukup bagus dan grafik nya juga cukup setabil.

Tabel 4.2 pengujian perbandingan temperatur dengan *sampel rete* 8 HZ .

No	Nilai temperatur pada termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Temperatur pada LabVIEW ($^{\circ}\text{C}$)	Error ($^{\circ}\text{C}$)
1	35	34,26	0,74
2	36	34,93	1,07
3	37	35,92	1,08
4	38	37,27	0,73
5	39	38,26	0,74
6	40	39,27	0,73
7	41	40,23	0,77
8	42	41,25	0,75
9	43	42,03	0,97
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
49	83	82,32	0,68
50	84	83,25	0,75
51	85	84,77	0,23
52	86	85,36	0,64
53	87	86,52	0,48
54	88	87,46	0,54
55	89	88,33	0,67
56	90	89,78	0,22
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0,63

Dari table 4.2 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 0.63^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian selisih dari penampilan temperatur termometer dan temperatur LabVIEW ini dapat dikatakan memiliki *error* yang kecil. pada *sample rate* 5 HZ memiliki error lebih besar dari 8 HZ yaitu $0,63^{\circ}\text{C}$ ini sesuai dengan teori semakin besar *sample rate* maka semakin baik.



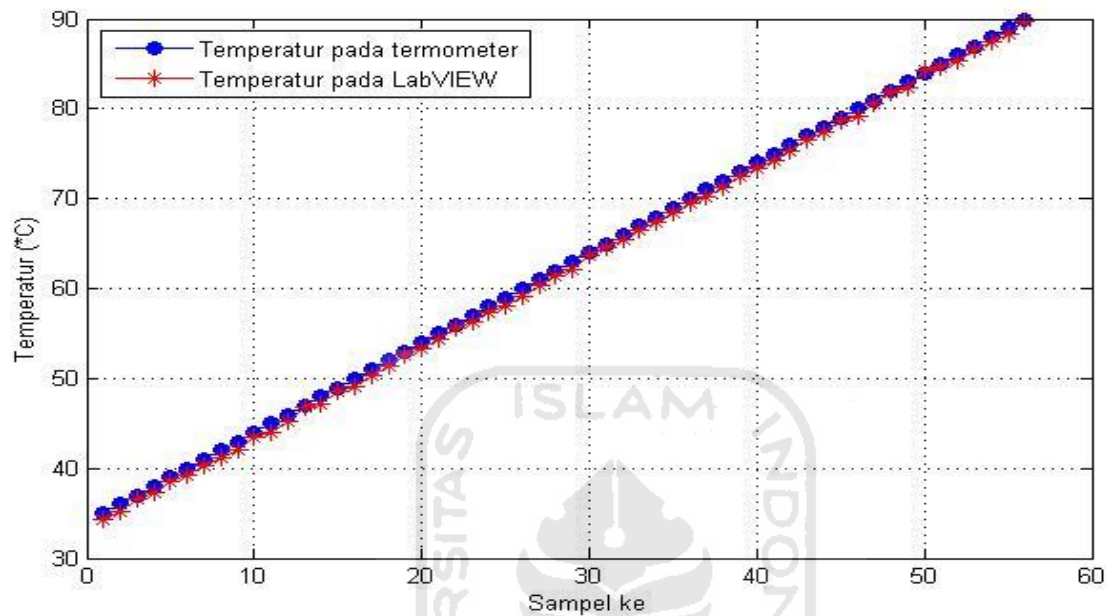
Gambar 4.2 pengujian perbandingan temperatur dengan *sample rate* 8 HZ.

Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai temperatur pada termometer lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur pada LabVIEW. Akan tetapi selisih dari kedua penampilan temperatur tidak terlalu signifikan perbedaan nilai temperaturnya pada *sample rate* 8 HZ lebih baik daripada *sample rate* 5 HZ dan grafiknya juga lebih baik.

Tabel 4.3 pengujian perbandingan temperatur dengan *sample rete* 10 HZ.

No	Nilai temperatur pada termometer (°C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (°C)	Error (°C)
1	35	34,24	0,76
2	36	35,25	0,75
3	37	36,52	0,48
4	38	37,25	0,75
5	39	38,51	0,49
6	40	39,27	0,73
7	41	40,27	0,73
8	42	41,23	0,77
9	43	42,03	0,97
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
49	83	82,37	0,63
50	84	84,28	0,28
51	85	84,72	0,28
52	86	85,32	0,68
53	87	86,54	0,46
54	88	87,46	0,54
55	89	88,31	0,69
56	90	89,82	0,18
Rata-rata Error (°C)			0.60

Dari tabel 4.3 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu ± 0.60 °C. Dengan demikian selisih dari penampilan temperatur pada termometer dan temperatur pada LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang cukup kecil dam masih dalam toleransi.



Gambar 4.3 pengujian perbandingan temperatur dengan sample rete 10 HZ.

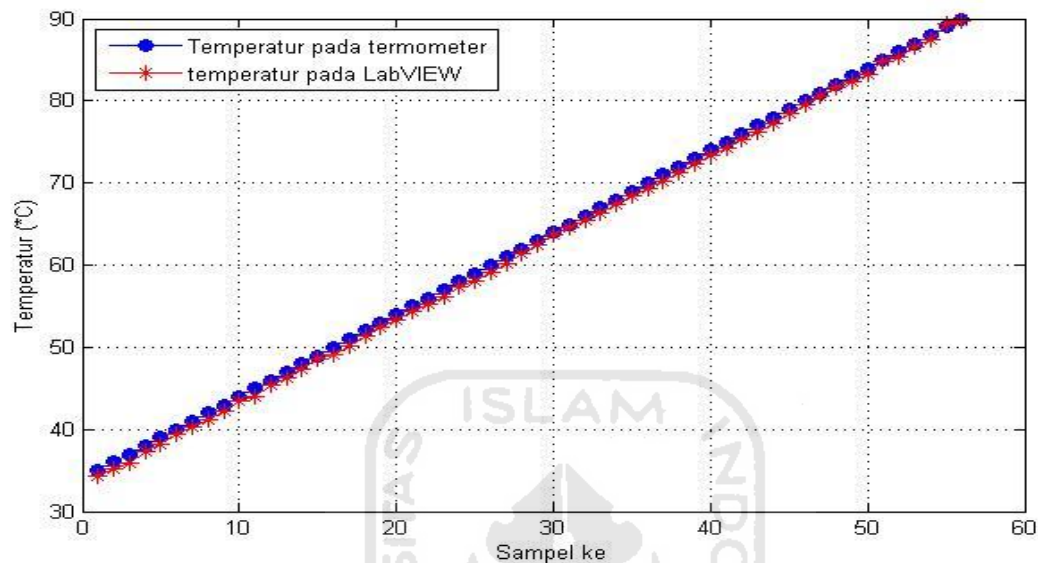
Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai temperatur pada termometer lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur pada LabVIEW. Akan tetapi selisih dari kedua penampilan temperatur tidak terlalu signifikan perbedaan nilai temperaturnya temperaturnya pada *sample rate* 10 HZ memiliki *error* lebih kecil dibandingkan dengan *sample rate* 8 HZ dan grafiknya juga lebih baik.

Tabel 4.4 pengujian perbandingan temperatur dengan sample rete 20 HZ.

No	Nilai temperatur pada termometer (°C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (°C)	Error (°C)
1	35	34,25	0,75
2	36	35,26	0,74
3	37	35,98	1,02
4	38	37,27	0,73

No	Nilai temperatur pada termometer (⁰ C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (⁰ C)	Error (⁰ C)
5	39	38,26	0,74
6	40	39,37	0,63
7	41	40,24	0,76
8	42	41,25	0,75
9	43	42,15	0,85
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
49	83	82,33	0,67
50	84	83,28	0,72
51	85	84,74	0,26
52	86	85,26	0,74
53	87	86,54	0,46
54	88	87,47	0,53
55	89	89,33	0,33
56	90	89,80	0,2
Rata-rata Error (⁰ C)			0.65

Dari tabel 4.4 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu ± 0.65 ⁰C. Dengan demikian selisih dari penampilan temperatur termometer dan temperatur LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang masih dalam toleransi.



Gambar 4.4 pengujian perbandingan temperatur dengan sample rete 20 HZ.

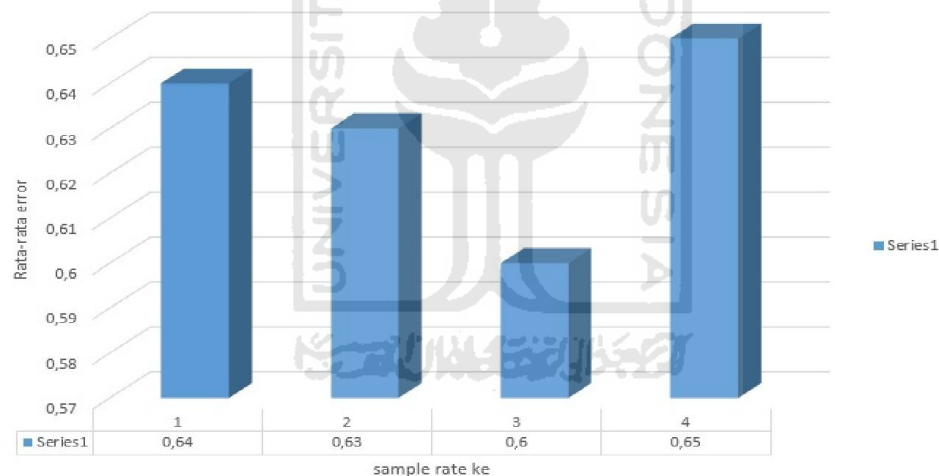
Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai temperatur pada termometer lebih tinggi dibandingkan dengan nilai temperatur pada LabVIEW. Akan tetapi selisih dari kedua penampilan temperatur tidak terlalu signifikan perbedaan nilai temperaturnya. dari teorinya *sample rate* semakin besar maka semakin baik tetapi dari hasil percobaan pada *sample rate* 10 HZ memiliki error lebih besar dari *sample rate* 20 HZ ini dikarenakan *error* pembacaan dan selisihnya tidak jauh.

Tabel 4.5 Pengujian rata-rata *error* temperatur pada *sample rate* 5HZ, 8 HZ, 10 HZ dan 20 HZ.

NO	Pengujian ke	<i>Sample rate</i> (HZ)	Rata-rata <i>error</i> (°C)
1	1	5	0,64
2	2	8	0,63

NO	Pengujian ke	Sample rate (HZ)	Rata-rata error ($^{\circ}\text{C}$)
3	3	10	0,60
4	4	20	0,65
Rata-rata error ($^{\circ}\text{C}$)			0,63

dari tabel pengujian rata-rata *error* nya cukup kecil yaitu sebesar $\pm 0,63^{\circ}\text{C}$ tetapi semakin kecil *sample ratenya* maka semakin lambat respon pengukurannya dan sebaliknya semakin besar *sample rate* nya maka semakin cepat responnya.



Gambar 4.5 rata-rata *error* pengukuran temperatur dengan *sample rate* 5HZ, 8HZ, 10HZ, dan 20HZ

Dari gambar terlihat *error* rata-ratanya perbedaanya tidak terlalu jauh tetapi semakin kecil *sample ratenya* maka semakin lambat respon pengukurannya dan sebaliknya semakin besar *sample ratenya* maka semakin cepat secara teori semakin

besar *sample rate* nya maka semakin baik tetapi bila terlalu besar *monitoringnya* susah dipantau karena terlalu cepat responnya.

4.2 Pengujian akurasi pengukuran berat.

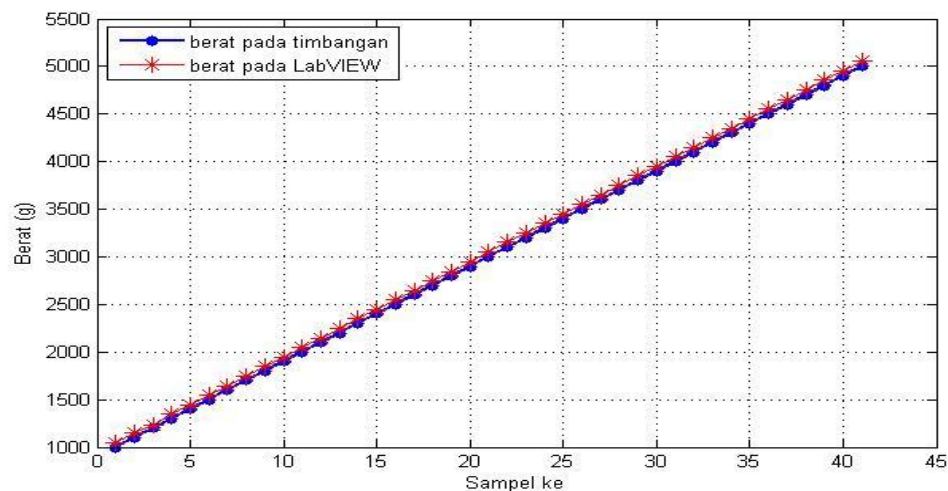
Pada pengujian ini membandingkan nilai berat pada LabVIEW dan berat pada timbangan. *Error* yang didapat untuk mengetahui berapa nilai kesalahan antara berat yang tertampil pada LabVIEW dan di timbangan dengan mengubah *sample rate* 5 HZ, 8 HZ, 10 HZ, dan 20 HZ apakah regresi masih bisa di pakai di *sample rate* yang berbeda-beda atau tidak.

Tabel 4.6 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 5 HZ.

No	Nilai berat pada timbangan (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1006	6
2	1100	1107	7
3	1200	1208	8
4	1300	1306	6
5	1400	1410	10
6	1500	1512	12
7	1600	1610	10
8	1700	1713	13
9	1800	1809	9
10	1900	1912	12
11	2000	2010	10
12	2100	2112	12
13	2200	2207	7
14	2300	2313	13
15	2400	2411	11
.	.	.	.

No	Nilai berat pada timbangan (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
32	4100	4115	15
33	4200	4207	7
34	4300	4308	8
35	4400	4410	10
36	4500	4512	12
37	4600	4610	10
38	4700	4709	9
39	4800	4810	10
40	4900	4911	11
41	5000	5012	12
Rata-rata Error (g)			9,87

Dari tabel 4.6 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 9,87$ g. Dengan demikian selisih dari penampilan berat pada timbangan dan beratpada LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang kecil.



Gambar 4.6 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 5HZ.

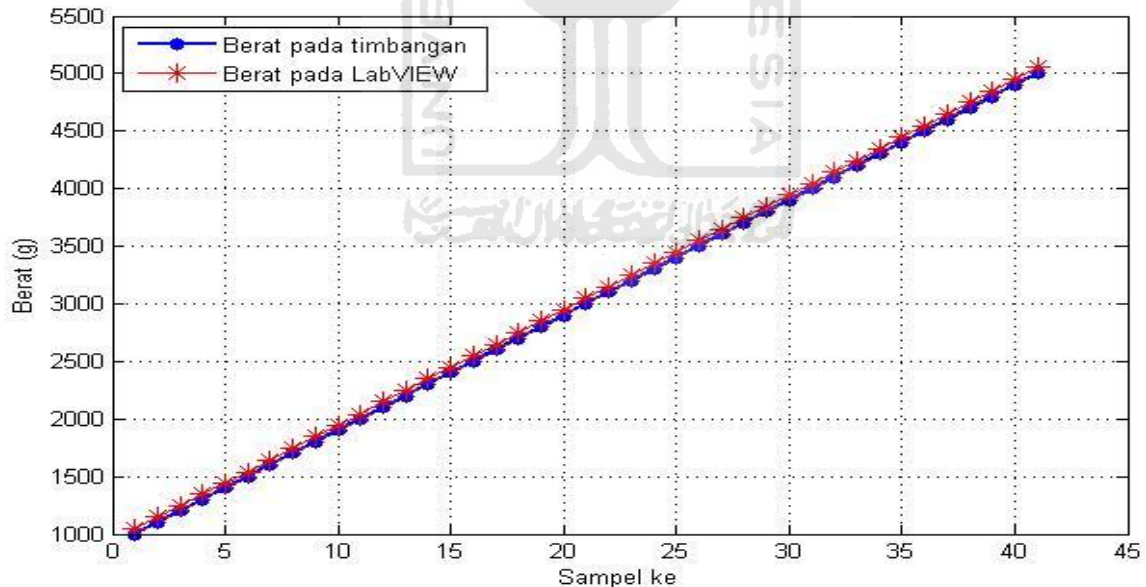
Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai berat pada LabVIEW lebih tinggi dibandingkan dengan nilai berat pada timbangan dan memiliki *error* yang cukup kecil yaitu sebesar $\pm 9,87$ g menggunakan sampel rate 5 HZ sudah cukup bagus dan grafik nya juga cukup setabil.

Tabel 4.7 pengujian perbandingan berat dengan sample rate 8 HZ.

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1002	2
3	1100	1104	4
3	1200	1205	5
4	1300	1307	7
5	1400	1408	8
6	1500	1506	6
7	1600	1613	13
8	1700	1709	9
9	1800	1811	11
10	1900	1910	10
11	2000	2012	12
12	2100	2109	9
13	2200	2209	9
14	2300	2312	12
15	2400	2413	13
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
32	4100	4113	13
33	4200	4207	7
34	4300	4310	10
35	4400	4413	13
36	4500	4508	8
37	4600	4612	12

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
38	4700	4711	11
39	4800	4812	12
40	4900	4913	13
41	5000	5010	10
Rata-rata Error (g)			9,90

Dari tabel 4.7 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 9,90$ g. Dengan demikian selisih dari penampilan berat pada timbangan dan beratpada LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang kecil



Gambar 4.7 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 8.

Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai berat pada LabVIEW lebih tingi dibandingkan dengan nilai berat pada timbangan dan memiliki

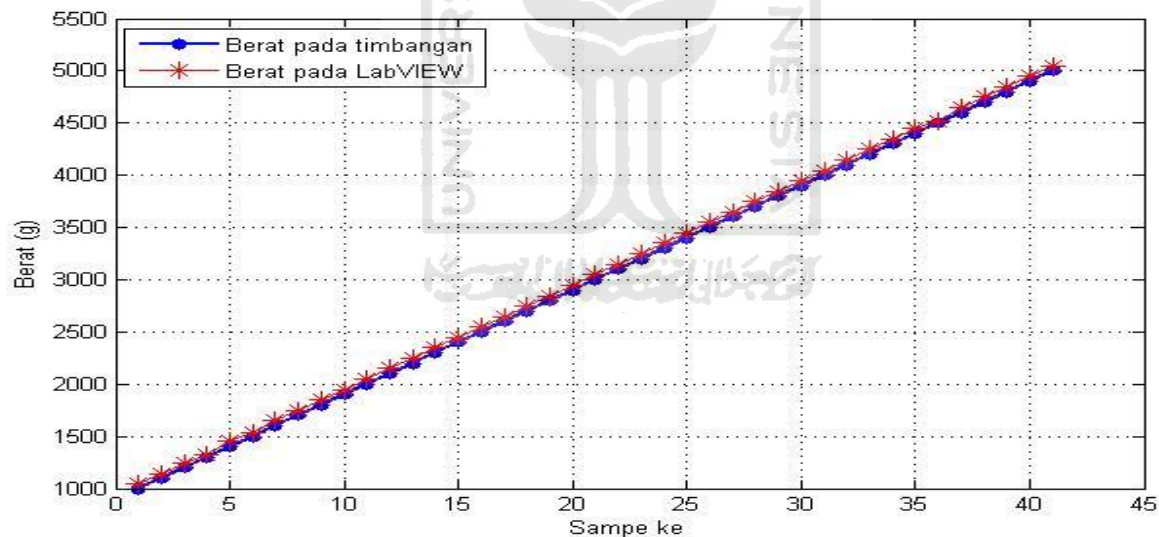
error yang cukup kecil yaitu $\pm 9,90$ g secara teori semakin besar *sample rate* Maka semakin bagus tetapi dari hasil percobaan *sample rate* 8 HZ memiliki *error* lebih besar dari 5 HZ ini dikarenakan *noise* pada penguat.

Tabel 4.8 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 10 HZ.

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1005	5
3	1100	1108	8
3	1200	1204	4
4	1300	1305	5
5	1400	1404	4
6	1500	1509	9
7	1600	1610	10
8	1700	1712	12
9	1800	1808	8
10	1900	1911	11
11	2000	2012	12
12	2100	2110	10
13	2200	2211	11
14	2300	2309	9
15	2400	2410	10
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
32	4100	4111	11
33	4200	4210	10
34	4300	4312	12
35	4400	4411	11
36	4500	4510	10
37	4600	4608	8
38	4700	4713	13
39	4800	4812	12

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
40	4900	4910	10
41	5000	5012	12
Rata-rata Error (g)			9,78

Dari tabel 4.8 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 9,78$ g. Dengan demikian selisih dari penampilan berat pada timbangan dan beratpada LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang kecil.



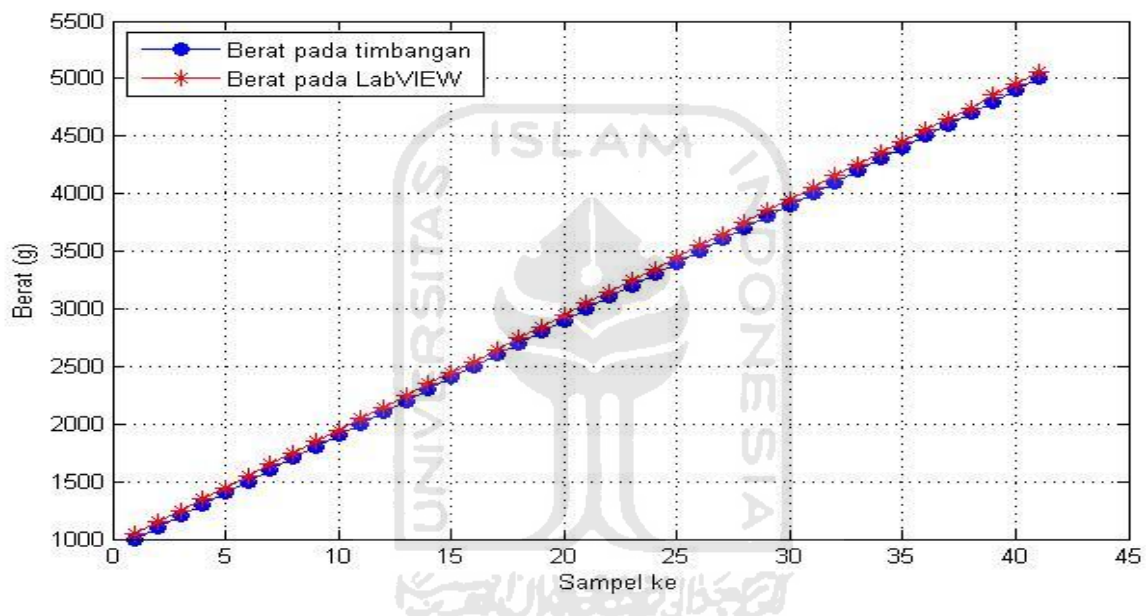
Gambar 4.8 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 10 HZ.

Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai berat pada LabVIEW lebih tingi dibandingkan dengan nilai berat pada timbangan. Akan tetapi memiliki selisih yang cukup kecil yaitu $\pm 9,78$ g. Pengujian *sample rate* 10 HZ memiliki *error* lebih kecil dengan *sample rate* 8 HZ selisihnya tidak terlalu signifikan.

Tabel 4.9 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 20 HZ.

No	Nilai berat pada timbangan (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1047	47
2	1100	1147	47
3	1200	1248	48
4	1300	1346	46
5	1400	1443	43
6	1500	1546	46
7	1600	1648	48
8	1700	1745	45
9	1800	1846	46
10	1900	1942	42
11	2000	2043	43
12	2100	2142	42
13	2200	2247	47
14	2300	2347	47
15	2400	2446	46
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
32	4100	4110	10
33	4200	4212	12
34	4300	4309	9
35	4400	4410	10
36	4500	4512	12
37	4600	4613	13
38	4700	4711	11
39	4800	4812	12
40	4900	4909	9
41	5000	5013	13
Rata-rata Error (g)			9,95

Dari tabel 4.9 (tabel lengkapnya dapat di lihat dilampiran) pengujian diatas, dapat dilihat bahwa rata-rata *error* yang dihasilkan yaitu $\pm 9,95$ g. Dengan demikian selisih dari penampilan berat pada timbangan dan beratpada LabVIEW ini dapat di katakana memiliki *error* yang kecil



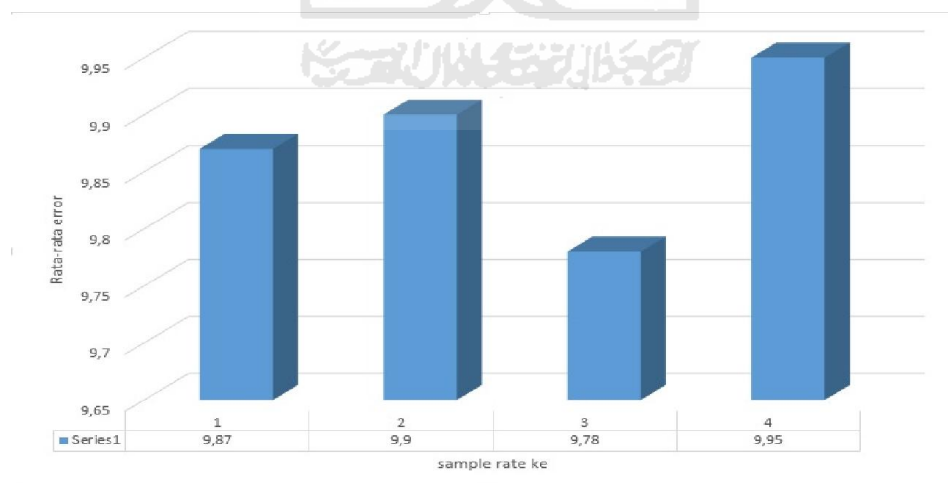
Gambar 4.9 pengujian perbandingan berat dengan *sample rate* 20 HZ.

Dari gambar grafik hubungan di atas dapat diketahui bahwa, nilai berat pada LabVIEW lebih tinggi dibandingkan dengan nilai berat pada timbangan. Akan tetapi dari penampilan garafik 4.9 selisih dari kedua penampilan berat tidak terlalu signifikan perbedaan nilai beratnya. memiliki selisih yang cukup kecil $\pm 9,95$ g. Pada percobaan *sample rate* 20 HZ memiliki *error* yang lebih besar dari 10 HZ padahal secara teori semakin besar *sample rate* nya maka semakin baik ini di karenakan *nois* pada penguat.

Tabel 4.10 Pengujian rata-rata error berat pada sample rate 5HZ, 8 HZ, 10 HZ dan 20 HZ.

NO	Pengujian ke	Sample rate (HZ)	Rata-rata error (g)
1	1	5	9,87
2	2	8	9,90
3	3	10	9,78
4	4	20	9,95
Rata-rata error (g)			9,87

dari tabel pengujian di dapat nilai rata-rata error $\pm 9,87$ g cukup kecil. dari pengujian semakin kecil sample ratenya maka semakin lambat respon pengukurannya dan sebaliknya semakin besar *sample rate* maka responnya semakin cepat.



Gambar 4.10 rata-rata error pengukuran berat dengan sample rate 5HZ, 8HZ, 10HZ, dan 20HZ

Dari gambar terlihat eror rata-ratanya perbedaanya tidak terlalu jauh tetapi semakin kecil *sample ratenya* maka semakin lambat respon pengukurannya dan sebaliknya semakin besar *sample ratenya* maka semakin cepat. pengujian *sample rate* memiliki *error* yang berbeda-beda ini di karenakan *noise* pada penguat padahal seharusnya semakin besar *sample ratenya* semakin baik.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian, pengamatan dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. nilai *error* yang berbeda-beda pada percobaan menggunakan *sample rate* 5HZ=0,64⁰C, 8HZ=0,63⁰C, 10HZ=0,60⁰C, dan 20HZ=0,65⁰C. Nilai temperatur pada termometer lebih tinggi dari nilai pada LabVIEW. Tetapi Hasil *monitoring* temperatur pada termometer dengan LabVIEW memiliki terlalu signifikan perbedaanya ini dikarenakan *monitoring* temperatur memang berpeluang memiliki *noise*.
2. Hasil *monitoring* berat pada timbangan dengan LabVIEW memiliki nilai *error* yang berbeda-beda tetapi tidak terlalu jauh menggunakan *sampel rate* 5HZ=9,87g, 8HZ=9,90g, 10HZ=9,78g, dan 20HZ=9,95g, dan hasil grafik dari percobaan nilai berat pada timbangan dengan nilai berat pada LabVIEW memiliki selisih yang cukup kecil.
3. Rata-rata *error* yang di hasilkan 0,63 ⁰C untuk temperatur dan 9,87 g untuk berat.
4. Dari hasil percobaan *monitoring* temperatur dan berat walaupun memiliki *error* yang berbeda-beda tetapi rumus *regresi linier* untuk *monitoring* temperatur dan berat masih bisa digunakan untuk *sampel rate* yang berbeda-beda tetapi semakin kecil *sample rate* nya maka semakin lambat responya sebaliknya semakin besar *sampel ratenya* maka semakin cepat responya.
5. Dari percobaan *monitoring* temperatur dan berat memiliki *error* yang berbeda-beda padahal semakin besar *sample rate* nya maka semakin baik *monitoringnya* ini dikarenakan faktor noise pada penguatnya.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya tidak hanya *monitoring* temperatur dan berat bisa ditambah dengan *monitoring* level, jarak dan sebagainya.
2. Untuk penelitian selanjutnya *monitoring* dapat menggunakan kontroler PID atau FUZZY untuk bias mendapatkan response yang lebih baik dan dapat dikendalikan.

3. Menggunakan *online monitoring* sehingga dapat di pantau dari kapanpun dan kapanpun.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahri saeful., Muchtar husnibes., Dermawan erwin Prototipe sistem kendali PID dan monitoring temperatur berbasis Labview. Tugas Akhir, Tidak diterbitkan. Jakarta: Jurusan Teknik Elektro Universitas Mohammadiyah Jakarta., 2014.
- [2] Adzani reza muhammad., Budiprayitno slamet., Prototipe sistem monitoring berat dan posisi kendaraan bermuatandengan menggunakan PC. Tugas akhir, Tidak diterbitkan. Surabaya. Teknik Elektro institute sepuluh November., 2015
- [3] Alvian rahmat., Prototipe penimbangan gula otomatis menggunakan sensor berat berbasis ATmega16, Tugas akhir, Tidak diterbitkan. Malang: jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya., 2014.
- [4] Hendrianto., perancangan pengendali pada plant pemanas udara berbasis labVIEW Tugas Akhir, Tidak diterbitkan. Yogyakarta. Teknik Elektro. Universitas Islam Indonesia., 2015
- [5] Pramono defri., Kontrol dan monitoring suhu pemanas udara menggunakan pengendali fuzzy logic controller (FLC). Tugas Akhir, Tidak diterbitkan. Yogyakarta. Teknik Elektro. Universitas Islam Indonesia., 2012
- [6] Pratomo suwarsiti dedi., analisis regresi dan korelasi antara pengunjung dan pembeli di indomaret kedungmundu semarang dengan metode kuadrat terkecil. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan .Semarang. Teknik Informatika. Universitas Dian Nuswantoro., 2015

LAMPIRAN

Data monitoring temperatur dengan *Sample rate* 5 HZ

No	Nilai temperatur pada termometer (⁰ C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (⁰ C)	Error (⁰ C)
1	35	34,24	0,76
2	36	35,25	0,75
3	37	36,25	0,75
4	38	37,26	0,74
5	39	38,27	0,73
6	40	39,27	0,73
7	41	40,28	0,72
8	42	41,26	0,74
9	43	42,04	0,96
10	44	43,29	0,71
11	45	44,30	0,7
12	46	45,31	0,69
13	47	46,06	0,94
14	48	47,07	0,93
15	49	48,32	0,68
16	50	49,07	0,93
17	51	50,08	0,92
18	52	51,34	0,66
19	53	52,35	0,65
20	54	53,36	0,64
21	55	54,25	0,75
22	56	55,37	0,63
23	57	56,15	0,85
24	58	57,38	0,62
25	59	58,36	0,64
26	60	59,14	0,86
27	61	60,14	0,86
28	62	61,40	0,6
29	63	62,41	0,59
30	64	63,66	0,34
31	65	64,42	0,58
32	66	65,68	0,32
33	67	66,43	0,57
34	68	67,44	0,56
35	69	68,44	0,56
36	70	69,45	0,55
37	71	70,20	0,8

38	72	71,46	0,54
39	73	72,21	0,79
40	74	73,47	0,53
41	75	74,22	0,78
42	76	75,48	0,52
43	77	76,23	0,77
44	78	77,24	0,76
45	79	78,75	0,25
46	80	79,45	0,55
47	81	80,76	0,24
48	82	81,51	0,49
49	83	82,53	0,47
50	84	83,78	0,22
51	85	84,54	0,46
52	86	85,29	0,71
53	87	86,55	0,45
54	88	87,55	0,45
55	89	89,32	0,32
56	90	89,57	0,43
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0.64

Data monitoring temperatur dengan *Sample rate* 8 HZ.

No	Nilai temperatur pada termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Temperatur pada LabVIEW ($^{\circ}\text{C}$)	Error ($^{\circ}\text{C}$)
1	35	34,26	0,74
2	36	34,93	1,07
3	37	35,92	1,08
4	38	37,27	0,73
5	39	38,26	0,74
6	40	39,27	0,73
7	41	40,23	0,77
8	42	41,25	0,75
9	43	42,03	0,97
10	44	43,40	0,6
11	45	44,23	0,77
12	46	45,37	0,63
13	47	46,73	0,27
14	48	47,37	0,63
15	49	48,55	0,45
16	50	49,08	0,92
17	51	50,06	0,94
18	52	51,39	0,61
19	53	52,38	0,62
20	54	53,55	0,45

21	55	54,345	0,65
22	56	55,47	0,53
23	57	56,35	0,65
24	58	57,39	0,61
25	59	58,32	0,68
26	60	59,17	0,83
27	61	60,4	0,6
28	62	61,47	0,53
29	63	62,43	0,57
30	64	63,66	0,34
31	65	64,62	0,38
32	66	65,48	0,52
33	67	66,47	0,53
34	68	67,41	0,59
35	69	68,40	0,6
36	70	69,40	0,6
37	71	70,18	0,82
38	72	71,25	0,75
39	73	72,24	0,76
40	74	73,45	0,55
41	75	74,22	0,78
42	76	75,26	0,74
43	77	76,43	0,57
44	78	77,44	0,56
45	79	78,71	0,29
46	80	79,24	0,76
47	81	80,50	0,5
48	82	81,67	0,33
49	83	82,32	0,68
50	84	83,25	0,75
51	85	84,77	0,23
52	86	85,36	0,64
53	87	86,52	0,48
54	88	87,46	0,54
55	89	88,33	0,67
56	90	89,78	0,22
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0,63

Data monitoring temperatur dengan *Sample rate* 10 HZ

No	Nilai temperatur pada thermometer (⁰ C)	Nilai Temperatur pada LabVIEW (⁰ C)	Error (⁰ C)
1	35	34,24	0,76
2	36	35,25	0,75
3	37	36,52	0,48
4	38	37,25	0,75
5	39	38,51	0,49
6	40	39,27	0,73
7	41	40,27	0,73
8	42	41,23	0,77
9	43	42,03	0,97
10	44	43,46	0,54
11	45	44,05	0,95
12	46	45,30	0,7
13	47	46,83	0,17
14	48	47,08	0,92
15	49	48,52	0,48
16	50	49,03	0,97
17	51	50,38	0,62
18	52	51,38	0,62
19	53	52,54	0,46
20	54	53,32	0,68
21	55	54,42	0,58
22	56	55,61	0,39
23	57	56,37	0,63
24	58	57,32	0,68
25	59	58,13	0,87
26	60	59,14	0,86
27	61	60,41	0,59
28	62	61,40	0,6
29	63	62,16	0,84
30	64	63,62	0,38
31	65	64,66	0,34
32	66	65,42	0,58
33	67	66,43	0,57
34	68	67,43	0,57
35	69	68,44	0,56
36	70	69,42	0,58
37	71	70,24	0,76
38	72	71,20	0,8
39	73	72,46	0,54
40	74	73,42	0,58
41	75	74,23	0,77
42	76	75,23	0,77

43	77	76,49	0,51
44	78	77,45	0,55
45	79	78,72	0,28
46	80	79,26	0,74
47	81	80,51	0,49
48	82	81,77	0,23
49	83	82,37	0,63
50	84	84,28	0,28
51	85	84,72	0,28
52	86	85,32	0,68
53	87	86,54	0,46
54	88	87,46	0,54
55	89	88,31	0,69
56	90	89,82	0,18
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0,60

Data monitoring temperatur dengan *Sample rate* 20 HZ

No	Nilai temperatur pada thermometer ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Temperatur pada LabVIEW ($^{\circ}\text{C}$)	Error (%)
1	35	34,25	0,75
2	36	35,26	0,74
3	37	35,98	1,02
4	38	37,27	0,73
5	39	38,26	0,74
6	40	39,37	0,63
7	41	40,24	0,76
8	42	41,25	0,75
9	43	42,15	0,85
10	44	43,39	0,61
11	45	44,07	0,93
12	46	45,36	0,64
13	47	46,33	0,67
14	48	47,27	0,73
15	49	48,52	0,48
16	50	49,08	0,92
17	51	50,14	0,86
18	52	51,36	0,64
19	53	52,35	0,65
20	54	53,37	0,63
21	55	54,45	0,55
22	56	55,27	0,73
23	57	56,15	0,85
24	58	57,39	0,61
25	59	58,13	0,87

26	60	59,17	0,83
27	61	60,15	0,85
28	62	61,41	0,59
29	63	62,44	0,56
30	64	63,65	0,35
31	65	64,62	0,38
32	66	65,38	0,62
33	67	66,42	0,58
34	68	67,43	0,57
35	69	68,44	0,56
36	70	69,40	0,6
37	71	70,17	0,83
38	72	71,26	0,74
39	73	72,24	0,76
40	74	73,42	0,58
41	75	74,21	0,79
42	76	75,28	0,72
43	77	76,23	0,77
44	78	77,25	0,75
45	79	78,55	0,45
46	80	79,45	0,55
47	81	80,56	0,44
48	82	81,57	0,43
49	83	82,33	0,67
50	84	83,28	0,72
51	85	84,74	0,26
52	86	85,26	0,74
53	87	86,54	0,46
54	88	87,47	0,53
55	89	89,33	0,33
56	90	89,80	0,2
Rata-rata Error ($^{\circ}\text{C}$)			0.65

Data monitoring berat dengan *Sample rate* 5 HZ.

No	Nilai berat pada timbangan (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1006	6
2	1100	1107	7
3	1200	1208	8
4	1300	1306	6
5	1400	1410	10
6	1500	1512	12
7	1600	1610	10
8	1700	1713	13
9	1800	1809	9

10	1900	1912	12
11	2000	2010	10
12	2100	2112	12
13	2200	2207	7
14	2300	2313	13
15	2400	2411	11
16	2500	2513	13
17	2600	2610	10
18	2700	2706	6
19	2800	2809	9
20	2900	2911	11
21	3000	3009	9
22	3100	3111	11
23	3200	3210	10
24	3300	3308	8
25	3400	3411	11
26	3500	3507	7
27	3600	3611	11
28	3700	3706	6
29	3800	3810	10
30	3900	3911	11
31	4000	4012	12
32	4100	4115	15
33	4200	4207	7
34	4300	4308	8
35	4400	4410	10
36	4500	4512	12
37	4600	4610	10
38	4700	4709	9
39	4800	4810	10
40	4900	4911	11
41	5000	5012	12
Rata-rata Error (g)			9,87

Data monitoring berat dengan *Sampel rate* 8HZ.

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1002	2
3	1100	1104	4
3	1200	1205	5
4	1300	1307	7
5	1400	1408	8
6	1500	1506	6

7	1600	1613	13
8	1700	1709	9
9	1800	1811	11
10	1900	1910	10
11	2000	2012	12
12	2100	2109	9
13	2200	2209	9
14	2300	2312	12
15	2400	2413	13
16	2500	2512	12
17	2600	2609	9
18	2700	2711	11
19	2800	2812	12
20	2900	2910	10
21	3000	3009	9
22	3100	3113	13
23	3200	3210	10
24	3300	3308	8
25	3400	3410	10
26	3500	3513	13
27	3600	3611	11
28	3700	3710	10
29	3800	3809	9
30	3900	3908	8
31	4000	4012	12
32	4100	4113	13
33	4200	4207	7
34	4300	4310	10
35	4400	4413	13
36	4500	4508	8
37	4600	4612	12
38	4700	4711	11
39	4800	4812	12
40	4900	4913	13
41	5000	5010	10
Rata-rata Error (g)			9,90

Data monitoring berat dengan *Sample rate* 10 HZ.

No	Nilai berat (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1005	5
3	1100	1108	8
3	1200	1204	4

4	1300	1305	5
5	1400	1404	4
6	1500	1509	9
7	1600	1610	10
8	1700	1712	12
9	1800	1808	8
10	1900	1911	11
11	2000	2012	12
12	2100	2110	10
13	2200	2211	11
14	2300	2309	9
15	2400	2410	10
16	2500	2512	12
17	2600	2608	8
18	2700	2710	10
19	2800	2809	9
20	2900	2912	12
21	3000	3010	10
22	3100	3111	11
23	3200	3209	9
24	3300	3308	8
25	3400	3412	12
26	3500	3510	10
27	3600	3608	8
28	3700	3709	9
29	3800	3811	11
30	3900	3912	12
31	4000	4013	13
32	4100	4111	11
33	4200	4210	10
34	4300	4312	12
35	4400	4411	11
36	4500	4510	10
37	4600	4608	8
38	4700	4713	13
39	4800	4812	12
40	4900	4910	10
41	5000	5012	12
Rata-rata Error (g)			9,78

Data monitoring berat *Sample rate* 20 HZ.

No	Nilai berat pada timbangan (g)	Nilai Berat pada LabVIEW (g)	Error (g)
1	1000	1007	7
2	1100	1109	9
3	1200	1206	6
4	1300	1307	7
5	1400	1409	9
6	1500	1510	10
7	1600	1611	11
8	1700	1712	12
9	1800	1810	10
10	1900	1909	9
11	2000	2011	11
12	2100	2110	10
13	2200	2208	8
14	2300	2309	9
15	2400	2410	10
16	2500	2512	12
17	2600	2609	9
18	2700	2711	11
19	2800	2807	7
20	2900	2911	11
21	3000	3008	8
22	3100	3113	13
23	3200	3207	7
24	3300	3309	9
25	3400	3412	12
26	3500	3508	8
27	3600	3607	7
28	3700	3712	12
29	3800	3810	10
30	3900	3911	11
31	4000	4012	12
32	4100	4110	10
33	4200	4212	12
34	4300	4309	9
35	4400	4410	10
36	4500	4512	12
37	4600	4613	13
38	4700	4711	11
39	4800	4812	12
40	4900	4909	9
41	5000	5013	13
Rata-rata Error (g)			9,95

