

# Pemanfaatan Arduino Uno sebagai Alat Ukur Offset Voltage pada Infra Red Detector type TO39 dengan pembanding alat ukur DMM .

Penulis <sup>1</sup>

Gunawan Toto Hadiyanto  
Prodi Teknik Elektro Universitas Batam  
Email : [gunawan.hadi21@gmail.com](mailto:gunawan.hadi21@gmail.com)

Penulis <sup>2</sup>

Djoko Anwar Mardiyono  
Prodi Teknik Elektro Universitas Batam  
[djoko.anwar10@gmail.com](mailto:djoko.anwar10@gmail.com)

## Abstack

The **infrared detector** (or IR detector) is an optoelectronic component and represents the core element of gas analyzers, flame sensors, devices of spectral analysis, as well as non-contact temperature measurement. **pyroelectric infrared detectors** work with stabilization time in a wide operating temperature range (-55 ... 85) °C, capable of measuring the slightest amounts of infrared radiation (as little as a fraction of a nW) with wavelengths between 1 μm and > 25 μm. The difference of the good pyroelectric or No good (NG) devices shown by graph of voltage offset operating that can check by manual using Digital Multi Meter or semi auto by using microcontroller

One of importance measuring of IRD sensors is Offset Voltage, stabilization of offset voltage indicate the sensor is stable with certain level value. Stabilization value measurement during measuring time means the average value not so much different with fluctuation value. 10 bit ADC on Atmega 328 that main microcontroller on Arduino Uno is capable to measure the Offset Voltage of IRD sensor and check the measurement values is within specification of IRD sensor.

## Abstrak

Infra merah Detektor (atau IR sensor) adalah komponen optoelektronik yang dipergunakan untuk penganalisis gas, sensor panas, alat analisis spektral, serta pengukuran suhu non-kontak. Detektor inframerah piroelektrik bekerja dengan waktu stabilisasi dalam rentang temperatur operasi yang luas (-55 ... 85) ° C, mampu mengukur jumlah radiasi infra merah sekecil apapun (sekecil sepersekian nW) dengan panjang gelombang antara 1 μm dan > 25 μm. Perbedaan perangkat piroelektrik yang baik (bisa operasi) atau yang tidak baik ditunjukkan oleh grafik operasi offset tegangan yang dapat diperiksa secara manual menggunakan Digital Multi Meter atau semi otomatis dengan menggunakan mikrokontroler.

Salah satu pengukuran penting dari sensor IRD adalah Offset Voltage, stabilisasi tegangan offset menunjukkan sensor stabil dengan nilai level tertentu. Pengukuran nilai stabilisasi selama waktu pengukuran berarti nilai rata-rata tidak jauh berbeda dengan nilai fluktuasi. ADC 10 bit pada Atmega 328 yang merupakan mikrokontroler utama pada Arduino Uno mampu mengukur Tegangan Offset sensor IRD dan memeriksa nilai pengukuran sesuai spesifikasi sensor IRD.

Key note : Infra Red Detektor, Atmega 328,

## I. Pendahuluan

Perkembangan mikrokontroler menjadikan banyak peralatan baik untuk keperluan industri maupun keperluan rumah dan keperluan sehari-hari dibuat menjadi lebih simple dan mudah dalam pengoperasiannya, Perkembangan mikrokontroler dan mikroprosesor ini menjadikan perangkat atau media yang disediakan menjadi lebih kecil dan lebih simple.

Salah satu detector yang dipakai untuk mendeteksi panas adalah sensor pyro dimana dalam sensor ini radiasi dari benda yang disensor di terima oleh permukaan pyro dan dirubah menjadi getaran listrik dan diperkuat oleh sebuah FET ( field Effect Transistor ) sehingga menjadi tegangan yang besarnya dapat diukur oleh peralatan listrik. .

Dalam perkembangan spesifikasi mikrokontroler yang telah ada, banyak menawarkan fitur-fitur yang memberikan peluang pemanfaatan mikrokontroler sebagai control processing dan pengendali dan pengukur peralatan atau materi yang hendak diukur. .

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu adanya studi untuk meneliti pemanfaatan arduino uno sebagai alat ukur tegangan offset pada infra red detector TO39

## 1.2 Rumusan Masalah .

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil antara lain :

1. Bagaimana rancangan pengukur tegangan offset untuk unit Infra Red Detector jenis TO39
2. Bagaimana kestabilan system yang dibuat.
3. Bagaimana korelasi peralatan dengan peralatan ukur standard.

## 1.3. Tujuan

Dalam penelitian ini tujuan yang hendak didapat antara lain adalah:

- a. Untuk mendapatkan bentuk rancangan pengukur tegangan offset untuk unit infra red detector jenis TO39 yang cukup baik dengan mempergunakan mikrokontroler Atmrga 328 Arduino Uno.
- b. Untuk mengetahui sejauh mana kestabilan system dari hasil rancangan untuk dipergunakan secara random.
- c. Untuk mendapatkan factor koreksi yang diperlukan jika mempergunakan mikrokontroler Atmega 328 sebagai processor dalam alat pengukuran tegangan offset infra red detector ini.

## 1.4. Manfaat

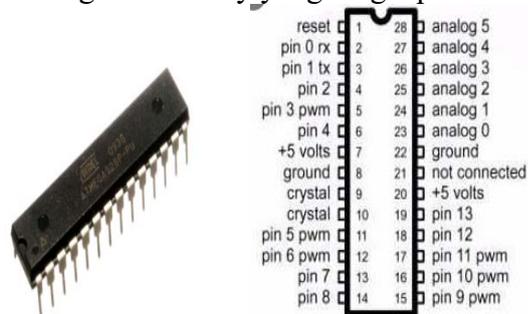
- a. Untuk pengembangan system pengukuran dan elektronika pada khususnya dan pengembangan ilmu pengetahuan pada khususnya.
- b. Sebagai bahan acuan dalam melakukan rancang bangun sebuah system yang mempergunakan detector infra red yang mempunyai impedansi tinggi pada bagian output.

## I. Landasan Teori

### I.1. Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Modul ini memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, *serial communication port* , pin reset, bidirectional converter serial to USB, jack power.

Dalam fungsinya Arduino Uno ini dipergunakan untuk menggantikan fungsi mikroprocessor minimum system sehingga mempermudah dalam memprogram mikrokontroler Dan dalam Memprograman Arduino menggunakan bahasa pemrograman jenis C++ yang mudah untuk dipelajari dan sudah didukung oleh library yang lengkap dan mudah didapat.



Gambar2.1 Mikrokontroler Atmega 328 Arduino

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328. ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

## 1.2. Pyroelectric detector

Infra red detektor (IRD) atau sensor infra merah adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada dibuat dengan bentuk yang bermacam macam yang secara khusus dalam dikemas dalam satu module yang dinamakan IRD Device Photomodules. IRD Photomodules berisi sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier).

Sedangkan sinar INFRARED Infra merah (infrared) ialah sinar electromagnet yang panjang gelombangnya lebih daripada cahaya nampak yaitu di antara 700 nm dan 1 mm. Sinar infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spectrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/ dideteksi. Infra merah dapat dibedakan menjadi tiga daerah yakni:

1. Near Infra Merah .....0.75-1.5 $\mu$ m
2. Mid Infra Merah ..... 1.50-10 $\mu$ m
3. Far Infra Merah ..... 10-100 $\mu$ m [wikipedia]

Sinar matahari langsung terkandung 93 lumens per watt flux radian yang termasuk di dalamnya infrared (47%), cahaya tampak (46%), dan cahaya ultra violet (6%). Sinar infrared terdapat pada cahaya api, cahaya matahari, radiator kendaraan atau pantulan jalan aspal yang terkena panas. Saraf pada kulit kita dapat menginderaai perbedaan suhu permukaan kulit, namun kita tidak dapat merasakan sinar infrared.

Sensor pyroelectric diproduksi dengan bahan crystalline yang menghasilkan muatan elektrik permukaan ketika terkena radiasi infra merah. Dalam beberapa jenis sensor ini disematkan element cristallin sebanyak satu atau dua dan bahkan empat elemen cristallin. Tujuan penambahan ini untuk menambah kepekaan sensor ini terhadap suhu infra merah yang hendak dideteksinya.

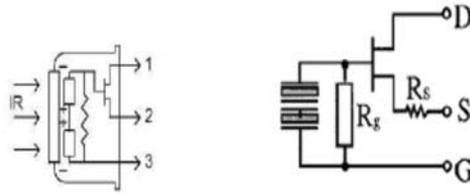


Gambar 2.3 Beberapa jenis Pyro electric TO39

Sebagai sensor Infra merah yang dapat mendeteksi suhu seperti tubuh manusia dan suhu benda lainnya dengan range yang cukup lebar -55 °C hingga 85 °C . Pada tabel berikut diperlihatkan parameter hyroelectric sensor[1].

Parameter	Value
Responsitivity (V/W)	3.300
Spectral response ( $\mu$ M)	5 - 14
Noise equivalent power (nW)	0.96
Detectivity ( $\text{cm}\sqrt{\text{Hz/W}}$ )	$1.5 \times 10^8$
Signal Output (mVp-p)	3900
Response time (ms)	500

Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *Pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR ini, sehingga menyebabkan *Pyroelectric sensor* yang terdiri dari *galium nitrida*, *caesium nitrat* dan *litium tantalate* menghasilkan arus listrik.

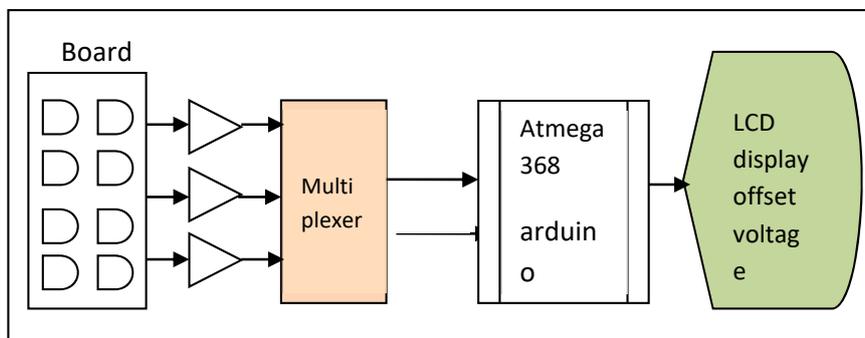


Gambar 2.4 Rangkaian dalam Pyroelectric

Arus listrik yang disebabkan pancaran sinar inframerah pasif ini membawa energi panas. Selanjutnya material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energy panas tersebut. Prosesnya hampir sama seperti arus listrik yang terbentuk ketika sinar matahari mengenai *solar cell*.

### III. PERANCANGAN

Dalam penelitian ini dibentuklah sebuah rancangan peralatan yang dapat membandingkan voltage offset pyroelektrik device (PIR) yang diukur dan selanjutnya dibandingkan dengan pengukuran dengan mempergunakan Voltmeter digital yang telah terkalibrasi, Untuk mempermudah analisa dan penjabaran rancangan peralatan yang dibuat tersebut bisa dilihat dalam gambar blok diagram berikut.



Gambar 2.0 Blok Diagram Peralatan

#### 3.1 Board devices

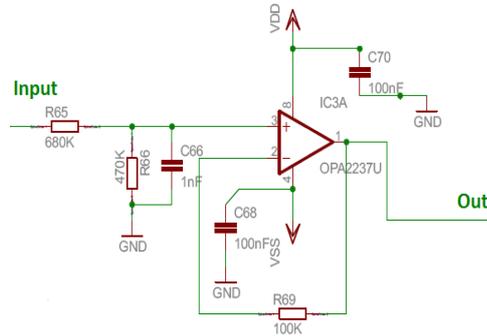
Dalam Penelitian ini dipergunakan board yang dapat mengukur 30 device sekaligus dalam satu kali pengukuran untuk mengetahui variasi yang terjadi antar device atau peralatan yang diukur sekaligus untuk mengetahui seberapa simpangan pengukuran untuk tiap elemen ukur dalam board yang dibuat.

Dasar pemilihan 10 pcs adalah pemetaan posisi papan kerja yang hanya dapat menampung 5 baris x 2 kolom device dalam satu papan. Sehingga didapatkan sebanyak 10 buah device per papan dalam satu kali pengukuran. Selain itu dalam penggunaan multiplexer mempergunakan multiplexer 16 ke 1 sebanyak 1 buah.

#### 3.2 Buffer Amplifier

*Buffer Amplifier* merupakan suatu bentuk dari penguat elektronik atau penguat yang digunakan dalam system sebuah perangkat untuk amplifikasi atau penguatan signal yang didapat dari device (*pyroelektrik*) dengan standar noise rendah, untuk menghindarkan adanya signal yang tidak diinginkan akibat dari gangguan dari luar system atau didalam system penguat tadi, sehingga

dengan mempergunakan Buffer Amplifier ini signal yang diukur, dapat diakui dan terhindar dari adanya tambahan noise dari luar.



Gambar 3.2 Buffer Amplifier dengan mikro op amp

*Buffer amplifier* merupakan tahapan gain pertama dalam lajur penerima. Besarnya gain

$$Gain = \frac{R_f}{R_n} \quad V_o = \frac{470K}{680K} = 6,9 \times 10^{-1}$$

Rancangan Buffer Amplifier merupakan sebuah buffer dari operational amplifier dimana output pada operational amplifier (OPA2237) mempunyai tegangan yang sama dengan jika dibandingkan pada inputnya.

Buffer Amplifier disini juga berfungsi untuk mengkondisikan signal yang keluar dari device (pyroelektrik yang diukur) agar tidak banyak terpengaruh oleh kinerja multiplexer yang memilih saluran untuk di lakukan pengukuran tiap channelnya.

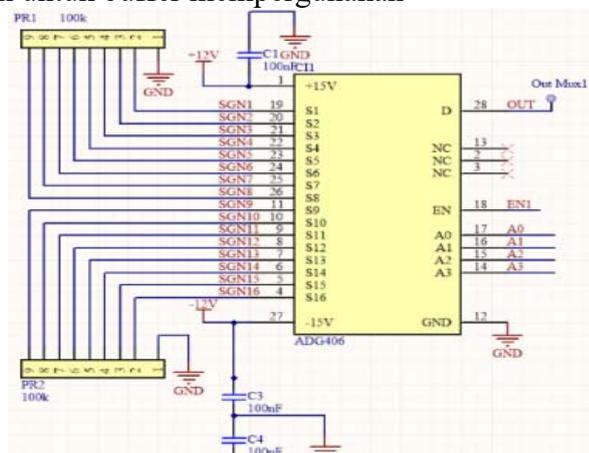
### 3.3 Multiplexer

Multiplexer adalah merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memilih salah satu diantara banyak masukan menjadi satu keluaran. Jumlah bit dari bagian pemilih (selector) menentukan banyaknya jalur masukan yang bisa diterima.

Multipleser dipergunakan untuk memilih channel atau jalur device (*pyroelektrik* yang diukur) sebelum masuk kedalam ADC untuk diubah dari besaran voltase analog menjadi data digital dan terkonversi menjadi besaran angka yang dapat ditampilkan dalam layar lcd display.

Multipleser yang dipilih adalah multiplexer 16 ke 1 jenis DG604 yang merupakan IC *multiplexer low noise* dan low signal yang dapat diaplikasikan pada semua signal analog tegangan rendah.

rancangan peralatan yang dibuat mempergunakan 2 input ADC terdapat dalam Arduino Uno yaitu A0 dan A1, sedangkan untuk buffer mempergunakan



Gambar 3.3 Switching dengan multiplexer

### 3.4 LCD ( *Liquid Cristal Display* )

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit

Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Cristal Display*) Dalam modul LCD) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD antara lain :

- DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

### 3.5 Konsep Dasar Sistem

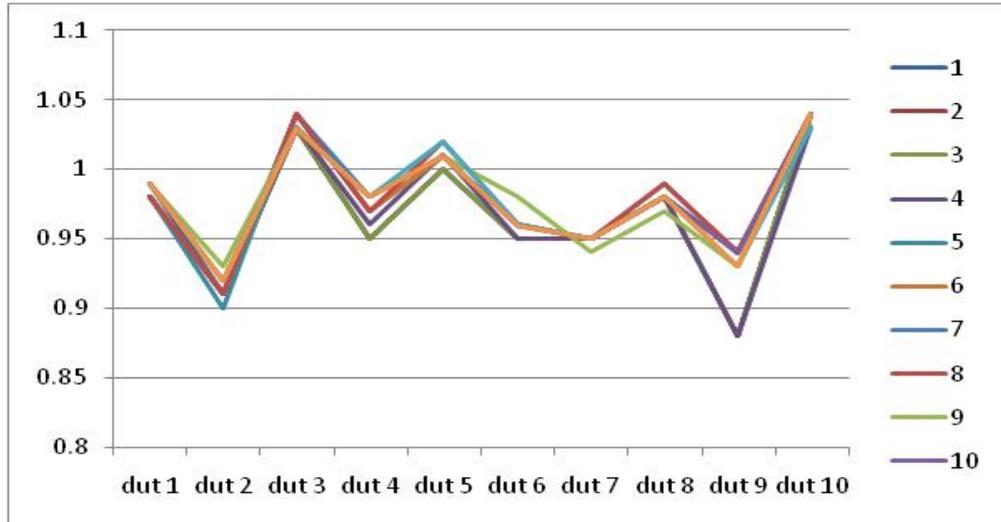
Penyusunan rangkaian didasarkan pada urutan pada blok diagram blok seperti pada Gambar 3.1. dimana board berisi 10 socket yang dapat dipergunakan untuk melakukan test secara bersama, setiap socket untuk device atau unit yang akan ditest merupakan rangkaian yang terisolasi antara satu socket dengan socket yang lain sehingga crosstalk antar unit yang ditest dapat diharapkan terjaga,

Dari rangkaian board ini mempunyai *low noise amplifier* (LNA) persocket untuk penguat sinyal dan juga buffer yang menjaga terjadinya drop tegangan dari unit yang diukur akibat diberikan untuk input ke multiplexer. Rangkaian LNA ini mempunyai impedansi yang tinggi untuk menjaga kestabilan dan menghindari drop tegangan dari unit yang ditest dan memiliki impedansi rendah pada output untuk diberikan pada input multiplexer.

Rangkaian multiplexer akan memilah channel/ socket mana yang harus diukur terlebih dahulu berdasarkan urutan yang telah diberikan oleh mikrocontroller arduino. Selanjutnya Mikrocontroller akan mengukur besaran voltase melalui pin ADC (*Analog to Digital Converter*) pada pin yang tersemat.

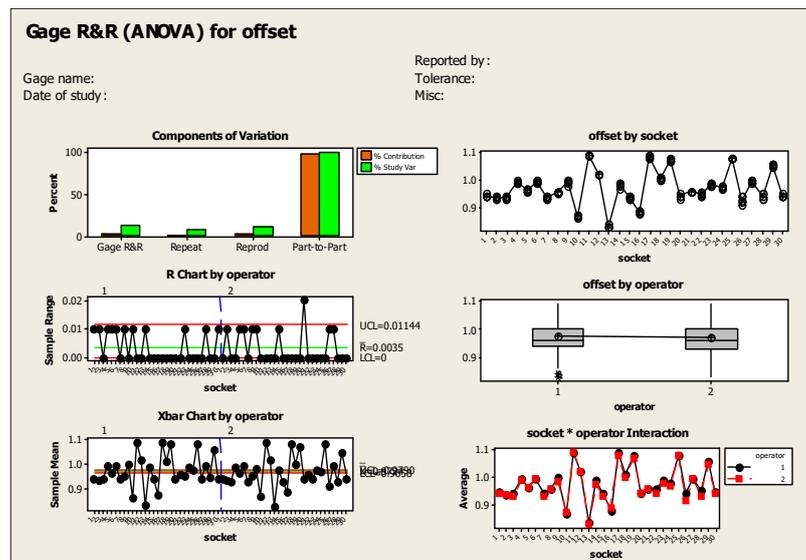
## IV. ANALISA PENGUJIAN

Dari hasil system terlihat bahwa terdapat konsistensi hasil pengukuran untuk tiap unit DUT (*device under test*) dimana hasil pengukuran sebanyak 4 kali dengan jumlah sample 10 pcs maka untuk tiap device mempunyai rata-rata indek bias yang cukup kecil yaitu sebesar 0.40



Gambar 4.1 Gambar Graphic pengukuran Tegangan Offset

Dan dari pengujian mempergunakan software minitap ver 8 menunjukkan bahwa system yang dirancang sudah memenuhi standar untuk pengecekan unit DUT ( *device under test* ) sensor pyroelectric, dimana perbedaan operator atau perbedaan pengecekan atau saat pengukuran tidak banyak mempengaruhi hasil pengukuran dimana terlihat dari indeks variasi kontribusi operator hanya 0.49% saja.



Gambar 4.2 Perbandingan menggunakan GR&R dalam pengukuran

Dan jika melihat dari standart GR & R dari system yang dirancang dan dibuat mempunyai indek variation sebesar 12.06 % yang artinya system tersebut dapat dipakai sebagai alat ukur.

Tabel 4.1 Perhitungan GR &R menggunakan Minitab

Gage R&R		
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0000567	1.46
Repeatability	0.0000192	0.49
Reproducibility	0.0000375	0.96
operator	0.0000180	0.46
operator*socket	0.0000195	0.50
Part-To-Part	0.0038374	98.54
Total Variation	0.0038941	100.00

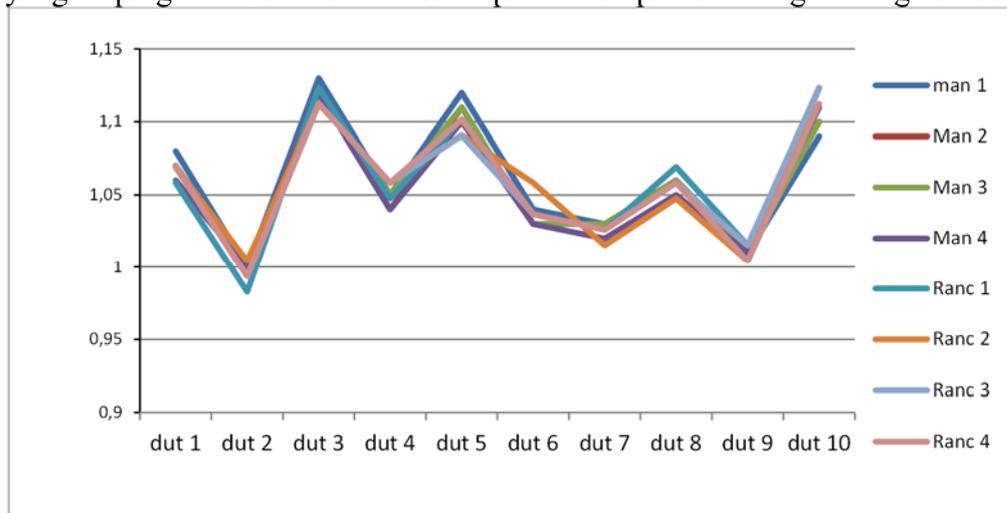
  

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.0075277	0.045166	12.06
Repeatability	0.0043780	0.026268	7.02
Reproducibility	0.0061237	0.036742	9.81
operator	0.0042481	0.025488	6.81
operator*socket	0.0044107	0.026464	7.07
Part-To-Part	0.0619469	0.371681	99.27
Total Variation	0.0624026	0.374415	100.00

Number of Distinct Categories = 11

**Gage R&R for offset**

Dari hasil perbandingan hasil pengukuran mempergunakan rancangan alat dan pengukuran yang mempergunakan cara manual didapat hasil seperti dalam gambar grafik berikut :



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan pengukuran

Dari gambar grafik terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara pengukuran manual dan pengukuran dengan pemakai rancangan alat dengan besar deviasi sebesar 0.773%

## V. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian didapat bahwa

- Pengukuran tegangan offset untuk sebuah Infra Red Detector jenis TO39 dapat dilakukan dengan cara mengukur tegangan output detector tersebut dengan alat ukur impedansi tinggi untuk menghindari adanya tegangan drop yang diakibatkan oleh impedansi input yang rendah.
- Kestabilan system yang dirancang dapat dikatakan cukup stabil dengan diperoleh indeks deviasi pengukuran rata-rata untuk unit yang di test sebesar 0.40 dan juga dari studi GR and R yang diukur dengan mempergunakan Minitap didapat sebesar 12.06%.
- Korelasi untuk peralatan yang dirancang dan dibuat dapat dilakukan dengan memberikan nilai yang akurat untuk tegangan referensi pada arduino.

- d. Mikrokontroler Atmega 328 secara actual dapat dipergunakan untuk dipergunakan sebagai bagian dari alat ukur yang dapat diperhitungkan dengan deviasi sebesar 0.773%.

Adapun Saran yang perlu ditambahkan dalam penelitian ini adalah

- Perlunya pemberian opsi untuk kalibrasi system dengan memberikan referensi yang benar dan akurat untuk ADC yang dipakai di arduino.
- Perlu adanya pengembangan pengukuran lebih lanjut dengan mempergunakan alat ukur yang dapat merespon tegangan dengan lebih cepat dan akurat.
- 

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar Mujadin, Yaya Suryana, tinjauan ulang Sistem Pemindai Termal Tuuh Manusia dengan Sensor Suhu *Pyroelectric*, Jurnal Al Azhar seri Sain dan Teknologi vol 1 no 3 2012
- [2] Abdul kadir, Arduino dan Sensor, Andi Offset, Yogyakarta 2018
- [3] Breitenstein, Otwin; Warta, Wilhelm; Langenkamp, Martin: Lock-In Thermography: Basics and Use for Evaluating Electronic Devices and Materials, 2. Auflage 2012
- [4] Mozhd Heydarianasi, Mohd Fua'ad Rahmad, *Using Pyroelectric Sensor to detect continuous infrared Radiation*, Jurnal Teknologi UTM Johor Baru, 51-55 tahun 2014
- [5] Focusing devices for pyroelectric infrared sensors, <http://www.gloolab.com/focusdevices/focus.html>,
- [6] A. Rogalski. 2002. Comparison of photon and thermal detector performance. In: M. Henini, M. Razeghi (Eds.). Handbook of Infrared Detection Technologies. Oxford. 6–26
- [7] M. Hikam Pyroelectric properties of lead zirconium titanate metal ferroelectric metal capacitor Departement Physics FMIPA-UI
- [8] S.Jachalke.E Mehner, How to meas the pyroelectric coefficient? Home Applied Physics Reviews. Vol 4 issue2 10.1063/1.4983118
- [9] S. B. Lang, “ Pyroelectricity: From ancient curiosity to modern imaging tool,” Phys. Today 58(8), 31 (2005). <https://doi.org/10.1063/1.2062916>, [Google ScholarCrossref](#), [ISI](#).