

RANCANG BANGUN RELE ARUS LEBIH BERBASIS *MONITORING INTERNET OF THINGS (IOT)* DAN ARDUINO SEBAGAI PROTEKSI ELEKTRONIK 1 FASA

Verdiano Frandhiyawan*, Istiyo Winarno dan Daeng Rahmatullah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah
Jl. Arif Rahman Hakim No. 150, Surabaya 60111.

*Email: verdifrandhi@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan pemenuhan daya listrik yang sering digunakan sehari-hari salah satunya adalah perlunya proteksi keamanan gangguan arus lebih pada sistem tenaga listrik menggunakan Mini Circuit Breaker. Dalam menyelesaikan permasalahan digunakan kurva Standart Inverse, Very Inverse dan Extremely Inverse untuk menentukan kapasitas kecepatan rele dengan mensetting arus yang masuk pada peralatan rancang bangun Over Current Relay. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian keseluruhan hardware rancang bangun rele arus lebih berbasis monitoring Internet of Things (IoT) dan arduino sebagai proteksi elektronik 1 fasa. Pengujian pada penelitian ini menggunakan software arduino IDE yang membantu fungsi dan pengoperasian komponen lainnya, menggantikan kinerja sistem Mini Circuit Breaker buatan pabrik. Pengujian arus disetting sebesar 1 Ampere hingga 4 Ampere dengan Time Multiplier Setting (TMS) 0,09 pada Standart Inverse, Very Inverse dan Extremely Inverse. Pada Standart Inverse, pengujian real arus gangguan sebesar 1 Ampere dengan waktu operasi rele trip adalah 542 milisecond, Very Inverse rele trip 563 milisecond dan 804 milisecond untuk Extremely Inverse. Saat arus gangguan sebesar 4 Ampere rele trip sebesar 257 milisecond untuk Standart Inverse, Very Inverse sebesar 122 milisecond dan 060 milisecond untuk Extremely Inverse. Pada hasil pengujian dan data dapat disimpulkan kinerja operasi rele arus lebih telah bekerja sesuai kurva karakteristik Inverse IEC 60255. Sehingga semua peralatan elektronik yang digunakan bisa diantisipasi lebih cukup baik agar tidak rusak.

Kata kunci : ACS712, Internet of Things, Over Current Relay Karakteristik Inverse, ZMPT101B.

1. PENDAHULUAN

Pada kehidupan sehari-hari manusia tidak lepas dari kebutuhan listrik yang semakin meningkat. Diperlukan adanya keandalan stabilitas tenaga listrik yang *efisien* dan aman sesuai permintaan konsumen. Kondisi pada sistem tenaga listrik saat dipergunakan harus bekerja secara optimal dalam menyanggupi beban yang bersifat beragam maupun *fluktuatif*. Mini Circuit Breaker yang telah dilindungi oleh perangkat Over Current Relay mampu menunjang permasalahan arus lebih. Over Current Relay adalah perangkat yang sangat berguna dan penting untuk proteksi sistem dari gangguan yang ditimbulkan arus berlebih seperti arus pendek (*Short Circuit*). Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah desain multi mikrokontroler berbasis rele fungsional untuk pelindung otomatis sistem telah ditemukan ketidakstabilan jaringan listrik yang diakibatkan oleh isolasi kegagalan atau kesalahan jalur ke tanah yang mengarah ke Over permuatan sistem (G. Ramarao, 2014).

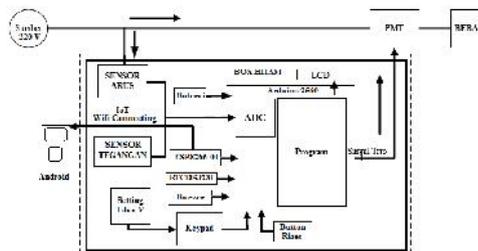
Rele kemudian didesain fungsional berbasis multi-mikrokontroler menggunakan *platform proteus* delapan dan prototipe perangkat keras ATmega 328, akan tetapi pada penelitian sebelumnya tidak digunakan setelan penunda waktu *inverse* rele dan *instantaneous* rele. Mengingat perlu adanya pengamanan listrik, tentu harus memiliki operasi waktu yang sangat cepat. Oleh karena itu, dalam penelitian alat rancang bangun rele arus lebih berbasis *monitoring Internet of Things* dan arduino 2560 dibuat untuk menggantikan Mini Circuit Breaker buatan pabrik sebagai proteksi elektronik 1 fasa menggunakan kurva Standart Inverse, Very Inverse dan Extremely Inverse

2. METODOLOGI

2.1. Perancangan Keseluruhan Modul Hardware

Proses perancangan dan pengujian monitoring *Internet Of Things* rele arus lebih dapat dilihat pada gambar 1 untuk menghasilkan rancang bangun keseluruhan komponen rele arus lebih yaitu

arduino mega 2560, ESP8266-01, ACS712, ZMPT101B, RTC DS3231, *button*, *rele*, *buzzer*, *keypad 4x4*, dan *Liquid Crystal Display*.



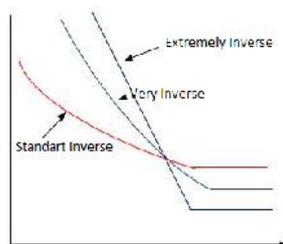
Gambar 1. Diagram blok sistem *over current relay*

2.2. Over Current Relay

Over Current Relay merupakan rele yang bekerja apabila mendeteksi gangguan diatas setingnya. *Over Current Relay* juga suatu jenis rele yang bekerja berdasarkan besarnya arus yang masuk. Apabila besarnya arus masuk melebihi suatu nilai ataupun harga tertentu yang diseting (I_p), maka rele arus lebih akan bekerja (Ulil, 2015). Rele dioperasikan dengan listrik yang secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik untuk kontrol jarak jauh. Rele kontak umumnya memiliki tiga dasar pemakaian yaitu kontak *Normally Open* (NO), *Normally Close* (NC) dan *Change Over* (Karyana, 2013).

2.3. Standart Inverse, Very Inverse dan Extremely Inverse

Berdasarkan IEC 60255 terdapat beberapa karakteristik rele arus lebih *Inverse Definite Minimum Time* (IDMT), yaitu *Standart Inverse*, *Very Inverse* dan *Extremely Inverse*. Waktu operasi dari karakteristik *Extremely Inverse* adalah yang paling kecil, diikuti karakteristik *Very Inverse* dan *Standart Inverse*. Ketiga karakteristik tersebut dipertimbangkan sesuai dengan seting rele (Aditya, 2016). Dapat dijelaskan pada Gambar 2 rele arus lebih waktu *Inverse* beroperasi berbanding terbalik antara waktu kinerja rele dengan arus gangguan.



Gambar 2. Karakteristik Kurva *Standart Inverse*, *Very Inverse* dan *Extremely Inverse*

Adapun setelan untuk *time dial* untuk menentukan waktu operasi dari rele kurva karakteristik *Inverse* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$td = \frac{k \times TDS}{\left[\left(\frac{I_{scmax}}{I_{set}} \right)^k - 1 \right]} \tag{1}$$

Dimana *time dial* (td) adalah waktu operasi (detik), TDS adalah *Time Dial Setting*, I_{scmax} adalah arus hubung singkat maksimum (*Ampere*), I_{set} adalah arus *pickup*, k adalah koefisien *inverse* 1 dan k_2 adalah koefisien *inverse* 2. Setiap *inverse* memiliki k dan k_2 berbeda pada tabel satu bawah ini:

Tabel 1. Koefisien *inverse time dial*

| Tipe kurva | Koefisien | |
|-------------------|-----------|-------|
| | K | |
| Standart Inverse | 0,14 | 0,002 |
| Very Inverse | 13,50 | 1,00 |
| Extremely Inverse | 80,00 | 2,00 |

2.4. Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah penggunaan alat mengukur arus searah (DC) dan bolak-balik (AC). Tipe sensor sesuai dengan arus kebutuhan maksimal 5 *Ampere*, 20 *Ampere* dan 30 *Ampere*. Teknologi yang diterapkan adalah *hall effect* oleh perusahaan Allegro. Istilah *hall effect* dikenal setelah Edwin H. Hall (1855-1938) menemukan, jika arus listrik mengalir melalui penghantar yang ditempatkan pada garis lintang medan magnet yang kuat menghasilkan beda potensial pada kedua sudut penghantar. *Hall effect* sensor adalah *tranduser* yang dapat mengubah besaran medan magnet menjadi besaran listrik berupa tegangan (Melipurbowo, 2016).



Gambar 3. Modul sensor arus ACS712

2.5. Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan adalah sensor pembaca nilai tegangan pada tiap fasa R S T disisi beban. ZMPT101B terdiri dari trafo *step down* pada rangkaian *op-amp* sebagai pembanding untuk menghasilkan sinyal *analog* apabila sensor di *supply* tegangan DC sebesar 5 *Volt* dan mengukur tegangan AC 220 *Volt* satu fasa melalui sisi primer trafo. Perubahan akan dibaca oleh ADC dan diproses oleh arduino dalam tampilan *Liquid Crystal Display* (Afrizal, 2017).



Gambar 4. Modul sensor tegangan ZMPT101B

2.6. Arduino Mega 2560

Arduino 2560 adalah *open source board* mikrokontroler untuk merumuskan suatu proses pengeksploitasi elektronika dalam kinerja multidisiplin yang mudah diakses. Memiliki *Periferal Analog to Digital Converter* 10 bit, 256 KB memori *flash* untuk menyimpan kode, 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM, 54 *pin digital* pada Mega dapat digunakan sebagai *inputan* maupun *outputan* menggunakan *digital Write*, *digital Read* dan fungsi *pin mode* (Gagat, 2016).

2.7. Keypad Matrix 4x4

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. *Keypad* berfungsi sebagai *interface* perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah *Human Machine Interface* (HMI). Matriks *keypad* 4x4 memiliki konstruksi atau susunan yang simpel dan hemat dalam penggunaan *port* mikrokontroler (Yohanes, 2018).

2.8. ESP8266-01 Internet of Things (IoT)

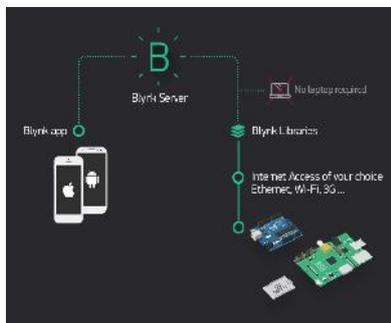
Esp8266-01 adalah sebuah *chip* yang lengkap dalam fitur *processor*, memori dan juga akses ke GPIO. Kemampuannya mampu *support* koneksi *Wifi* secara langsung. Pada *module* Esp8266-01 perlu digunakan *firmware* agar dapat bekerja secara *standalone* (Arafat, 2016).



Gambar 5. Modul ESP8266-01

2.9. Blynk

Blynk merupakan suatu perangkat baru yang banyak digunakan pada saat ini untuk membangun interface dengan cepat dalam hal mengendalikan dan memantau proyek hardware dari iOS dengan perangkat android (Arafat, 2016).



Gambar 6. *Blynk server*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712

Hasil pembacaan *Liquid Crystal Display* sensor arus ACS712 dan *monitoring* menggunakan *Internet Of Things* dengan kapasitas 30 Ampere dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8 dibawah ini dengan tampilan *show menu* arus, tegangan dan waktu *real time*.



Gambar 7. Hasil tampilan hardware dan pembacaan sensor arus



Gambar 8. Hasil tampilan *software blynk Internet of Things* pembacaan arus

Pengujian sensor arus ini menggunakan 7 beban yang berbeda-beda yaitu, 4 lampu 100 Watt, setrika, kipas angin, motor 1 fasa dengan kapasitas seting arus 1 sampai dengan 4 Ampere pada TMS = 0,09. Hasil pengujian rele arus lebih karakteristik *Standart Inverse*, *Very Inverse* dan *Extremely Inverse* dapat dilihat pada tabel 2 sampai dengan tabel 4 berikut dibawah ini:

Tabel 2. Hasil pengujian rele arus lebih *standart inverse*

| No. | I (A) | #ms | Trip time | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) |
|-----|-------|-----|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1. | 1 | 600 | 542 | 1,43 | NT | NT | NT |
| 2. | 2 | 500 | 389 | ^NT | 2,21 | NT | NT |
| 3. | 3 | 400 | 292 | NT | NT | 3,72 | NT |
| 4. | 4 | 300 | 257 | NT | NT | NT | 4,92 |
| 5. | 5 | 200 | - | - | - | - | - |
| 6. | 6 | 100 | - | - | - | - | - |

Iset = 1 - 4 Ampere, Rele pickup = 1,05 Ampere

TMS = 0,09

Nb :

* Beban arus dalam Ampere, # milisecond, ^ No trip

Tabel 3. Hasil pengujian rele arus lebih *very inverse*

| No. | I (A) | #ms | Trip time | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) |
|-----|-------|-----|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1. | 1 | 600 | 563 | 1,43 | NT | NT | NT |
| 2. | 2 | 500 | 310 | ^NT | 2,19 | NT | NT |
| 3. | 3 | 400 | 167 | NT | NT | 3,72 | NT |
| 4. | 4 | 300 | 122 | NT | NT | NT | 4,92 |
| 5. | 5 | 200 | - | - | - | - | - |
| 6. | 6 | 100 | - | - | - | - | - |

Iset = 1 - 4 Ampere, Rele pickup = 1,05 Ampere

TMS = 0,09

Nb :

* Beban arus dalam Ampere, # milisecond, ^ No trip

Tabel 3. Hasil pengujian rele arus lebih *extremely inverse*

| No. | I (A) | #ms | Trip time | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) | *B5 (A) |
|-----|-------|-----|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1. | 1 | 600 | 804 | 1,43 | NT | NT | NT |
| 2. | 2 | 500 | 311 | ^NT | 2,21 | NT | NT |
| 3. | 3 | 400 | 106 | NT | NT | 3,72 | NT |
| 4. | 4 | 300 | 060 | NT | NT | NT | 4,92 |
| 5. | 5 | 200 | - | - | - | - | - |
| 6. | 6 | 100 | - | - | - | - | - |

Iset = 1 - 4 Ampere, Rele pickup = 1,05 Ampere

TMS = 0,09

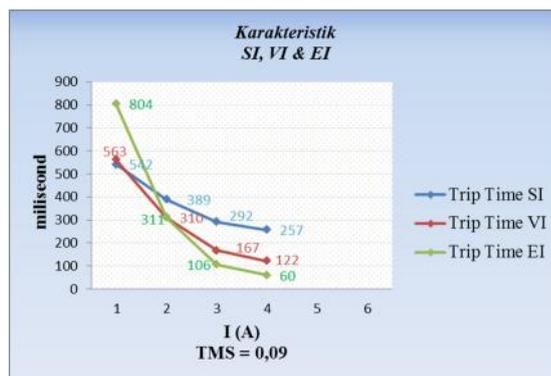
Nb :

* Beban arus dalam Ampere, # milisecond, ^ No trip

Dari hasil pengujian waktu kerja rele trip menunjukkan bahwa Extremely Inverse mempunyai waktu beroperasi lebih cepat dari hasil kasus pengujian Tabel 2 *Standart Inverse* dan Tabel 3 *Very Inverse* dengan perbandingan beban lebih besar atau arusnya adalah sebesar 060 *milisecond* untuk waktu *Extremely Inverse*, 122 *milisecond* untuk *Very Inverse* dan 257 *milisecond* untuk *Standart Inverse*.

3.2. Analisis Hasil Grafik Pengujian *Hardware*

Dari hasil pengujian data sensor arus ACS712 pada Tabel 2 sampai 4 dapat dilihat bahwa hasil pengujian *Hardware* menunjukkan rele arus lebih karakteristik *Standart Invers*, *Very Inverse* dan *Extremely Inverse trip* secara *real time*. Dengan grafik perbandingan kurva karakteristik *Inverse* pada gambar 9 dibawah, terlihat bahwa waktu tunda rele untuk mengirimkan sinyal *trip* akan semakin kecil atau cepat apabila arus yang diseting lebih besar dan beban arus yang masuk pada *hardware* semakin besar.



Gambar 9. Grafik hasil pengujian perbandingan kurva karakteristik *standart inverse*, *very inverse* dan *extremely inverse*

3.3. Kelebihan *Hardware*

Mampu memantau arus yang masuk pada *hardware* dengan jarak jauh secara *real time* melalui perangkat android. *User* mampu mensting kapasitas *Ampere* sesuai keinginan. Dilengkapi tanda peringatan *alarm* serta notifikasi peringatan dari *blynk*. Bisa diseting dengan 3 karakteristik *inverse* sesuai kebutuhan. Bisa dibawa kemana saja. *Hardware* tidak akan mati saat terjadinya *trip* dengan penggunaan sumber baterai. Adanya tampilan aksesoris pilihan menu. Mampu merecord data sebelumnya dan dilengkapi dengan jam digital yang juga bisa *user* seting

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian rancang bangun *Over Current Relay* berbasis arduino dan *monitoring* menggunakan *Internet of Things* yang telah dilakukan dengan *Standart Inverse*, rele beroperasi lebih lama dengan waktu *trip* sebesar 257 *milisecond*, *Very Inverse* beroperasi lebih cepat dengan waktu *trip* sebesar 122 *milisecond* dan *Extremely Inverse* beroperasi lebih sangat cepat dengan waktu *trip* sebesar 060 *milisecond*. Dan dapat disimpulkan bahwa kinerja beroperasinya rele arus lebih telah bekerja sesuai dengan kurva karakteristik *inverse* IEC 60255.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, D., Ardyono, P., dan Margo, P., (2016), Optimasi Koordinasi DOCR pada Sistem Distribusi Mesh Menggunakan *Modifed Adaptive Particle Swarm Optimization* (MAPSO) dengan Pembangkit Tersebar, ITS, ISSN.
- Afrizal, T., Rozeff, P., dan Sapta, N., (2017), Prototipe Sistem Monitoring Daya pada *Kwh Meter* 1 Phase dan Sistem Kontrol *On/Off* Via *SMS Module*, UMRAH.
- Arafat, (2016), Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis *Internet of Things* (Iot) dengan ESP8266, *Technologia*, Vol 7 No.4.
- B.G. Melipurbowo., (2016), Pengukuran Daya Listrik *Real Time* dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712, Orbith.
- Gagat, M., Pradipta, N., dan Ihanif, I., (2016), Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega, *E-Journal*, ISSN.
- G. Ramarao., Sateesh, K.T, dan V.S. Kale., (2014), Design of Microcontroller based Multi-Functional Relay for Automated Protective System, IEEE, PP 978-1-4799-4939-7.
- Karyana., (2013), Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali, PT. PLN (Persero).
- Ulil, A.Z., Hendik, E.H.S., dan Syamsudin, N., (2015), Rancang Bangun Over Current Relay Berbasis Arduino pada Miniatur Jaringan 20 KV.
- Yohanes, C.S, Sherwin, R.U.A.S., dan Novi, M.T., (2018), Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, Vol.7 No.2, ISSN : 2301-8402.