

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

(Yuda, Budiarta, & R, 2018) Penelitian ini membuat “Rancang Bangun Sistem Kontrol Jarak Jauh Pada Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan *Wireless* Untuk Pengaman dari Arus Listrik AC (*Alternating Current*) Berlebih” Tujuan dari jurnal tersebut adalah untuk membahas rancang bangun dan pengujian sistem kontrol jarak jauh pada motor induksi 1 fasa menggunakan sensor arus, mikrokontroler Arduino, modul nirkabel, dan smartphone. Sistem ini dirancang untuk mengontrol dan memonitor listrik motor, termasuk pengamanan dari arus listrik AC yang berlebih, serta memastikan alat berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan.

(Daud, 2019) Penelitian ini membuat Rancang Bangun Modul Proteksi Arus Beban Lebih dan Hubung Singkat. Hasil dari perancangan penelitian ini yang dapat di ambil, Rele proteksi arus lebih untuk motor 3 fasa bekerja dengan baik sesuai dengan setting arus yang diatur. Alat proteksi ini menggunakan sensor arus, modul relay, LCD, kontrol dan indikator, serta modul Arduino UNO. Pengujian yang dilakukan dengan variasi beban dan arus setting menunjukkan bahwa rele proteksi memiliki waktu tunda 200 ms dan kurva karakteristik menunjukkan kinerja yang baik dengan waktu kerja yang singkat.

(Amirullah, 2021) melakukan penelitian tentang Analisa Sistem Proteksi Over Current Relay Pada Motor Draft Fan Sisi Sekunder

(6kV) di PLTU Keban Agung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem proteksi over current relay pada motor draft fan sisi sekunder (6kV) di PLTU Keban Agung dan memastikan bahwa setting relay yang terpasang masih bekerja dalam batas toleransinya.

(Zulfarhain, Supriyanto, & Hikmat, 2022) Penelitian yang akan dilakukan berjudul Proteksi Arus Lebih Gangguan Fasa dan Gangguan Tanah Untuk Simulator Koordinasi Proteksi Pada Transformator Tenaga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang proteksi arus lebih untuk simulator koordinasi proteksi pada transformator tenaga. Penelitian ini menggunakan relai arus lebih (OCR) dan relai gangguan tanah (GFR) sebagai metode proteksi arus lebih. Dengan merancang proteksi yang tepat, penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa transformator tenaga dapat terlindungi secara efektif dari gangguan arus lebih. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setting yang tepat untuk OCR dan GFR sangat penting agar relai ini dapat bekerja secara efektif dalam melindungi transformator tenaga dari gangguan arus lebih.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

NO	Peneliti	Judul	Komponen	Hasil
1.	(Yuda, Budiarta, & R, 2018)	Rancang Bangun Sistem Kontrol Jarak Jauh Pada Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan <i>Wireless</i>	Motor Induksi 1 Fasa, Sensor Arus SCT-30A, Arduino UNO,	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kontrol jarak jauh pada motor induksi 1 fasa yang menggunakan sensor arus, mikrokontroler Arduino, modul wireless, dan smartphone dapat

		Untuk Pengaman dari Arus Listrik AC (<i>Alternating Current</i>) Berlebih	Wireless, Smartphone.	berfungsi dengan baik dan stabil. Pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengontrol dan memonitor listrik motor, termasuk memutus arus dan tegangan listrik jika melebihi batas yang ditentukan. Sistem ini juga memungkinkan pengontrolan dan pemantauan jarak jauh melalui smartphone, dengan pembacaan arus yang stabil dan pengoperasian yang sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan.
2.	(Daud, 2019)	Rancang Bangun Modul Proteksi Arus Beban Lebih dan Hubung Singkat	sensor arus, modul relay, LCD, kontrol dan indikator, serta modul Arduino UNO.	Hasil dari jurnal tersebut menunjukkan bahwa rele proteksi arus lebih untuk motor tiga fasa bekerja dengan baik sesuai dengan setting arus yang diatur. Alat proteksi ini menggunakan sensor arus, modul relay, LCD, kontrol dan indikator, serta modul Arduino UNO. Pengujian yang dilakukan dengan variasi beban dan arus

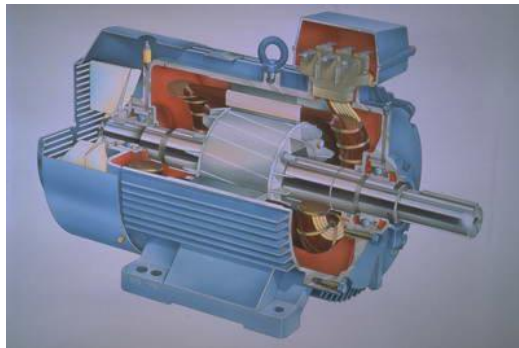
				setting menunjukkan bahwa rele proteksi memiliki waktu tunda 200 ms dan kurva karakteristik menunjukkan kinerja yang baik dengan waktu kerja yang singkat.
3.	(Amirullah, 2021)	Analisa Sistem Proteksi Over Current Relay Pada Motor Draft Fan Sisi Sekunder (6kV) di PLTU Keban Agung	Relay proteksi, Relay Elektro Magnetik, Solid State Relay (SSR), Relay Hibrida, Relay Termal, Reed Relay, Relay Arus Lebih (Over Current Relay).	Hasil dari jurnal tersebut menunjukkan bahwa setting relay arus lebih yang terpasang pada motor draft fan sisi sekunder (6kV) di PLTU Keban Agung masih bekerja dalam batas toleransinya.
4.	(Zulfarhain, Supriyanto, & Hikmat, 2022)	Proteksi Arus Lebih Gangguan Fasa dan Gangguan Tanah Untuk Simulator	relai ALSTOM tipe MCGG 53, OCR, GFR, Rasio CT.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa setting yang tepat untuk OCR dan GFR sangat penting agar relai ini dapat bekerja secara efektif dalam melindungi

		Koordinasi Proteksi Pada Transformator Tenaga		transformator tenaga dari gangguan arus lebih.
--	--	---	--	--

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Motor Induksi

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir pada stator menghasilkan medan magnet berputar yang kemudian menginduksi arus pada rotor. Arus ini akan menghasilkan torsi yang menyebabkan rotor berputar. Kecepatan rotor selalu lebih rendah dari kecepatan medan magnet stator, dan perbedaan ini dikenal sebagai slip. Slip inilah yang memungkinkan terjadinya induksi pada rotor. (Sutedjo, 2014)



Gambar 2. 1 Motor Induksi

2.2.2 Programmable Logic Controller

Programmable Logic Controller (PLC) adalah perangkat komputer khusus yang digunakan dalam industri untuk mengotomatisasi proses kontrol. PLC dirancang untuk bekerja dalam lingkungan industri yang keras dan memiliki kemampuan untuk mengendalikan mesin, proses manufaktur, dan sistem lainnya yang membutuhkan operasi otomatis dan kontrol yang tepat. PLC pertama kali dikembangkan pada akhir 1960-an oleh Richard Morley dan timnya di perusahaan Bedford Associates. PLC pertama, yang dikenal sebagai Modicon 084, dirancang untuk menggantikan sistem kontrol relay yang rumit dan kurang fleksibel di industri otomotif. Seiring waktu, PLC telah berkembang menjadi perangkat yang lebih canggih dengan kemampuan pemrosesan data yang lebih cepat, memori yang lebih besar, dan fungsi komunikasi yang lebih baik.. Secara garis besar terdapat fungsi dan komponen yang terdapat dari PLC, yaitu:

- CPU (Central Processing Unit), Merupakan otak dari PLC, yang menjalankan program yang telah di-download ke dalam memori. CPU bertugas mengolah data, menjalankan logika program, dan mengontrol input/output.
- Memori, Sebagai Penyimpan program pengguna (user program) dan data yang dibutuhkan untuk eksekusi program. Terdiri dari memori RAM (Random Access Memory) untuk penyimpanan sementara dan memori

ROM (Read-Only Memory) untuk penyimpanan permanen.

- Input/Output (I/O) Modules,kegunaan fungsi Input Modules yaitu menerima sinyal dari perangkat input seperti sensor, tombol, dan sakelar.Pada Output Modules kegunaannya mengirimkan sinyal ke perangkat output seperti aktuator, motor, dan lampu.
- Power Supply memiliki fungsi yang dapat kita artikan sebagai penyedia daya untuk mengoperasikan PLC dan modul-modulnya.
- Programming Device merupakan alat yang digunakan untuk membuat, mengedit, dan mendownload program ke dalam PLC, bisa berupa komputer dengan software khusus atau perangkat handheld.



Gambar 2. 2 Programmable Logic Controller

2.2.3. Over Current Relay

Over Current Crompton dirancang khusus untuk memberikan perlindungan pada sistem kelistrikan dengan mencegah kerusakan akibat arus berlebih. Alat ini secara otomatis memutuskan aliran listrik jika arus yang terdeteksi melebihi ambang batas yang sudah diatur sebelumnya, menjaga peralatan dari potensi kerusakan. Fitur utama dari *relay* ini termasuk pengaturan sensitivitas yang fleksibel, memungkinkan pengguna menyesuaikan batas arus sesuai kebutuhan spesifik, serta mekanisme trip yang responsif untuk merespons arus lebih dengan cepat dan efektif. *Relay* ini menyediakan indikator visual melalui tampilan digital atau analog yang memudahkan pemantauan kondisi arus, serta menawarkan konektivitas yang luas, memastikan kompatibilitas dengan berbagai sistem kelistrikan. Dengan desain yang tahan banting terhadap kondisi lingkungan yang keras, termasuk fluktuasi suhu dan gangguan, *relay* ini ideal untuk aplikasi di berbagai sektor, termasuk distribusi listrik, industri manufaktur, sistem energi terbarukan, dan bangunan komersial. Dengan spesifikasi teknis yang mencakup rentang pengaturan arus, waktu trip, dan tegangan kerja yang bervariasi sesuai model, *relay* ini juga dirancang dengan komponen modular yang memudahkan pemeliharaan dan penggantian. Teknologi canggih yang digunakan dalam *relay* ini memastikan tingkat akurasi dan stabilitas operasional yang tinggi, menjadikannya pilihan yang dapat diandalkan untuk perlindungan sistem kelistrikan.

Cara perhitungan untuk penyetingan Over Current Relay Crompton yaitu :

$$I_{ocr} = \text{Rating OCR} \times I \text{ Sekunder CT}$$
$$I_{trip} = I_{sekunder} \times \text{Rasio CT sekunder}$$

(Jurnal Energi Elektrik, Universitas Malikussaleh (PDF [U](#))): menjelaskan setting arus OCR primer dengan pengali $1,1 \times I_{load}$ dan konversi ke arus sekunder menggunakan rasio CT).



Gambar 2.3 Over Current Relay

2.2.4 Phase Failure Relay



Gambar 2. 4 Phase Failure Realay

Perangkat yang ditampilkan dalam gambar adalah "Pelindung Kegagalan Fasa". Alat ini dengan tipe TG30s digunakan dalam sistem kelistrikan tiga fasa untuk melindungi peralatan listrik dari masalah yang dapat terjadi akibat kegagalan salah satu fasa atau kesalahan urutan fasa. Kegagalan fasa terjadi ketika salah satu dari tiga fasa listrik hilang atau terputus, yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam sistem. Sementara itu, kesalahan urutan fasa terjadi ketika urutan fasa tidak benar, yang dapat mengakibatkan mesin atau perangkat listrik beroperasi secara tidak normal atau bahkan rusak. Perangkat ini dirancang untuk digunakan pada sistem dengan tegangan 380V dan biasanya untuk memberikan perlindungan terhadap peralatan yang sensitif terhadap ketidakseimbangan atau kesalahan urutan fasa, seperti motor listrik induksi 3 fasa.

2.2.5 Magnetic Contactor

Secara umum bagian kontaktor CHINT ini terbagi menjadi tiga macam, yaitu koil, kontak utama, dan kontak bantu. Baca juga: Perbedaan Listrik Arus Kuat dan Listrik Arus Lemah Berikut penjelasannya: Koil Koil A1 dan A2 pada kontaktor digunakan untuk menggerakkan atau mengubah kondisi kontak semula NO menjadi NC atau sebaliknya yang dihubungkan dengan sumber 220 Volt yang dikendalikan melalui push button start atau stop.

Kontak utama Kontak utama NO pada sisi atas digunakan sebagai input dari sumber 3 fasa dengan kode Sedangkan pada bagian bawah digunakan sebagai output atau input menuju ke beban (load) dengan kode . Kontak bantu Kontak bantu pada kontaktor memiliki dua kondisi yaitu kontak bantu normally open (NO) dengan kode 13 dan 14 yang berfungsi sebagai kontak pengunci yang bertujuan untuk mengunci kontaktor agar terus bekerja walau perintah bekerja (push button start) sudah dilepas. Kontak bantu normally close (NC) dengan kode 21 dan 22 dapat dihubungkan ke lampu indikator (pilot lamp) sebagai penanda sistem sudah daiktifkan (MCB ON) namun belum dijalankan (Push Button Start).



Gambar 2. 5 Magnetic Contactor

2.2.6 Miniature Circuit Breaker

MCB adalah singkatan dari Miniature Circuit Breaker. MCB (Miniature Circuit Breaker) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual (“Teknik Elektronika”, 2017)

Pada kondisi Normal, MCB berfungsi sebagai sakelar manual yang dapat menghubungkan (ON) dan memutuskan (OFF) arus listrik. Pada saat terjadi Kelebihan Beban (Overload) ataupun Hubung Singkat Rangkaian (Short Circuit), MCB akan beroperasi secara otomatis dengan memutuskan arus listrik yang melewatinya. Secara visual, kita dapat

melihat perpindahan Knob atau tombol dari kondisi ON menjadi kondisi OFF. Pengoperasian otomatis ini dilakukan dengan dua cara seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini yaitu dengan cara Magnetic Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Magnetik) dan Thermal Tripping (Pemutusan hubungan arus listrik secara Thermal/Suhu)(“Teknik Elektronika”, 2017)



Gambar 2. 6 Circuit Breaker

2.2.7 Current Transformator

Current Transformer (CT) adalah perangkat penting dalam sistem kelistrikan yang berfungsi untuk mengukur arus listrik dengan mengubah arus besar menjadi arus kecil yang lebih mudah diukur dan aman. Penunjukan "CT 30/5A" menggambarkan rasio transformasi dari current transformer tersebut. Angka ini berarti bahwa CT memiliki rasio 30:5, atau disederhanakan menjadi 6:1, yang menunjukkan bahwa ketika arus primer (arus yang mengalir melalui kawat utama CT) mencapai 30 A, arus sekunder (arus yang dikeluarkan oleh CT) adalah 5 A. Fungsi utama CT adalah untuk pengukuran dan perlindungan, memungkinkan arus besar dalam sistem kelistrikan diubah menjadi arus kecil yang dapat

dengan mudah digunakan dengan perangkat pengukur dan perlindungan yang sensitif. Dengan mengurangi arus besar, CT juga meningkatkan keselamatan operasional. Pemilihan CT harus memperhatikan arus nominal sistem dan akurasi yang diperlukan untuk memastikan pengukuran yang tepat dan andal.



Gambar 2. 7 Current Transformator 30/5A

Cara Menentukan Rasio CT 30/5 A:

- Jika arus primer (arus sebenarnya di kabel utama) = 30 A, maka arus sekunder (yang masuk ke relay OCR) = 5 A.

Maka rumusnya:

$$\frac{I_{primer}}{I_{sekunder}} \times \frac{30}{5} = 6A$$

Jadi Rasio nya 6:1