

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini sangat signifikan, terutama dalam dunia kelistrikan, yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Saat ini, semua sumber energi, termasuk kendaraan, peralatan rumah tangga, dan lain-lain, digerakkan oleh motor dan listrik. Dalam kelistrikan, motor tiga fasa biasanya digunakan, tetapi juga bisa digunakan motor satu fasa. Motor menghasilkan energi kelistrikan yang dapat menggerakkan peralatan elektronik dan kendaraan (Khoirudin et al., 2020).

Motor induksi memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya populer dalam berbagai aplikasi. Keunggulan utama dari motor induksi adalah desainnya yang sederhana dan kokoh, serta biaya produksi dan pemeliharanya yang relatif rendah dibandingkan dengan jenis motor lainnya. Selain itu, motor induksi tidak memerlukan komutator atau sikat, yang mengurangi keausan dan kebutuhan perawatan rutin. Motor ini juga terkenal karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk bekerja dalam berbagai kondisi lingkungan. Dalam aplikasi industri, motor induksi sering digunakan untuk menggerakkan pompa, kompresor, konveyor, dan peralatan lainnya karena kemampuannya untuk menghasilkan torsi tinggi pada berbagai kecepatan. Sistem pengendali untuk motor induksi 3 fasa ini terdiri dari beberapa komponen utama sebagai penunjang diantaranya seperti *Kontaktor*, *Timer*, *thermal overload*, dan *miniatur cicrcuit breaker* (MCB) dan bisa dikontrol menggunakan *program logic control* (PLC) (Sitorus, 2022).

Motor ini menjadi penggerak utama dalam berbagai mesin produksi dan peralatan berat, sehingga kontinuitas dan kestabilan operasinya sangat penting untuk menjaga kelancaran proses industri (Arifin, n.d.). Namun, salah satu masalah utama yang sering terjadi pada motor induksi 3 fasa adalah gangguan tegangan tidak seimbang (*Unbalance* tegangan). *Unbalance* tegangan terjadi ketika tegangan pada tiga fasa tidak simetris, baik dalam hal besaran maupun fasa sudutnya. Kondisi ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain distribusi beban yang tidak merata, kerusakan pada kabel atau koneksi, atau

bahkan gangguan dari sumber daya listrik itu sendiri. Gangguan tegangan yang tidak seimbang dapat menyebabkan berbagai dampak negatif pada motor induksi 3 fasa seperti *Overheating* (kelebihan panas) Motor akan mengalami kenaikan suhu yang berlebihan, yang dapat merusak insulasi dan memperpendek umur motor kemudian tegangan tidak seimbang yang mengakibatkan peningkatan arus pada salah satu fasa, sehingga efisiensi motor berkurang dampak dari ketidakseimbangan tegangan dapat menyebabkan getaran yang lebih besar pada motor dan dapat meningkatkan keausan pada komponen-komponen yang ada di motor.

Fenomena *Unbalance* tegangan telah menjadi perhatian serius dalam dunia industri modern, terutama pada sistem kelistrikan yang menggunakan motor induksi 3 fasa sebagai penggerak utama. Ketidakseimbangan tegangan tidak hanya terjadi secara insidental, tetapi sering kali merupakan konsekuensi dari berbagai faktor eksternal maupun internal yang sulit diprediksi, seperti distribusi beban yang tidak merata, masalah pada jaringan distribusi listrik, atau bahkan kerusakan pada perangkat penyuplai daya. Masalah ini memiliki implikasi yang luas terhadap operasional industri, mengingat motor induksi 3 fasa digunakan secara luas untuk menggerakkan mesin-mesin vital di berbagai sektor, termasuk manufaktur, pertambangan, dan energi. Ketidakseimbangan tegangan, meskipun kecil, dapat memperburuk kinerja motor secara signifikan, menyebabkan peningkatan arus pada salah satu fasa, suhu yang berlebih, getaran berlebih, hingga kerusakan komponen internal motor. Dalam konteks ini, dibutuhkan solusi *proteksi* yang inovatif dan efektif untuk menjaga kinerja motor induksi 3 fasa agar tetap optimal dan aman. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan tindakan protektif, yang pada akhirnya meningkatkan risiko kerusakan motor. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem *proteksi* menjadi semakin mendesak, mengingat pentingnya keberlanjutan operasional dalam industri.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam mengatasi tantangan tersebut dengan menghadirkan prototipe sistem *proteksi* dan monitoring yang lebih cerdas dan responsif. Inovasi dalam prototipe ini mencakup penggunaan sensor tegangan yang dapat mendeteksi

ketidakseimbangan dengan presisi tinggi, serta algoritma yang dapat memproses data secara *real-time* untuk memberikan respons protektif, seperti pemutusan aliran listrik secara otomatis atau pemberian peringatan dini. Selain itu, sistem ini akan dilengkapi dengan kemampuan monitoring yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tegangan motor secara terus-menerus melalui *interface* yang mudah diakses. Hal ini memungkinkan tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan besar, sehingga potensi *downtime* dan kerugian finansial dapat diminimalkan. penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan sistem *proteksi* yang lebih andal, tetapi juga untuk memberikan solusi yang ekonomis dan praktis bagi industri. Prototipe yang dihasilkan diharapkan dapat di implementasikan dalam skala industri dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan solusi *proteksi* konvensional, sambil tetap memastikan tingkat keandalan yang tinggi. Keberhasilan penelitian ini akan menjadi langkah penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan menjaga kelangsungan industri yang sangat bergantung pada motor induksi 3 fasa, serta memberikan kontribusi pada peningkatan standar keselamatan dan kinerja di sektor industri secara keseluruhan.

Pengembangan sistem *proteksi* berbasis ANN ini juga mencakup fitur otomatisasi yang lebih baik, dengan pola pengenalan yang digunakan oleh ANN sehingga dapat mampu mengurangi intervensi manual dan meminimalkan kesalahan manusia dalam pemantauan motor ketika sedang beroperasi. Sistem yang responsif dan andal sangat penting untuk memastikan bahwa tindakan korektif dapat diambil secara tepat waktu, tanpa harus menunggu operator untuk melakukan pengecekan secara manual. Dengan demikian, risiko terjadinya kegagalan operasional atau kerusakan pada motor dapat ditekan secara signifikan, sehingga motor induksi dapat terus beroperasi dalam kondisi optimal dan efisien.

Dengan dikombinasikan menggunakan mikrokontroler ini dapat memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan menambahkan fitur-fitur yang lebih kompleks seperti konektivitas nirkabel atau kemampuan untuk mengirim peringatan otomatis ke layar *lcd* dan alarm *buzzer*.

Fleksibilitas desain berbasis mikrokontroler ini memungkinkan prototipe untuk beradaptasi sesuai dengan kebutuhan spesifik industri, baik dalam skala kecil maupun besar.

Oleh karena itu, dalam pengamatan sebelumnya peneliti mempunyai gagasan, merasa penting untuk mengembangkan solusi yang dapat menunjang keamanan motor induksi 3 fasa, terutama dalam menghadapi potensi masalah *Unbalance voltage*. Ketidakseimbangan tegangan pada motor 3 fasa ini dapat menimbulkan berbagai dampak serius, mulai dari peningkatan panas pada motor, keausan pada komponen, hingga kerusakan permanen yang dapat menghambat operasional industri. Sehingga peneliti memiliki ide membuat alat “perancangan sistem *proteksi* motor induksi 3 fasa terhadap gangguan *Unbalance voltage* berbasis mikrokontroller menggunakan metode *artificial neural network*” yang memungkinkan sistem untuk mempelajari pola dan mengidentifikasi ketidakseimbangan tegangan dengan presisi tinggi. Dengan ANN, sistem *proteksi* ini akan mampu memproses data tegangan dan arus secara *real-time*, memberikan respon protektif yang cepat, dan memerintahkan *relay* untuk memutus arus listrik jika deteksi menunjukkan adanya ketidakseimbangan tegangan yang berpotensi merusak motor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, maka perumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

- a. Bagaimana pengaruh dari gangguan tegangan tidak seimbang terhadap karakteristik kinerja motor induksi 3 fasa?
- b. Bagaimana penerapan ANN terhadap gangguan *Unbalance voltage* pada motor 3 fasa?
- c. Bagaimana mencegah motor agar tidak mengalami gangguan *Unbalance voltage* secara otomatis?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Agar dapat mengetahui dan mencegah pengaruh dari *Unbalance voltage* pada karakteristik kinerja motor induksi 3 fasa

- b. Menghasilkan sistem *proteksi* pengamanan dan monitoring motor induksi 3 fasa dengan memanfaatkan metode *Artificial Neural Network* jika terjadi unbalancing tegangan
- c. Menciptakan sistem *proteksi* berupa *prototype* mikrokontroller pada motor induksi 3 fasa terhadap gangguan tegangan tidak seimbang secara otomatis

1.4 Batasan Masalah

Hal-hal yang menjadi batasan masalah dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Jenis gangguan yang *diproteksi Unbalance* tegangan dimulai dari 215 sampai 240
- b. Mode deteksi menggunakan kontrol ANN dan *proteksi* konvensional
- c. Alat ini berupa *prototype* yang dapat mengontrol *Unbalance* tegangan dengan kapasitas motor sekitar 0,75 kw
- d. Sistem hanya berfokus pada deteksi dan respon terhadap gangguan *Unbalance voltage*
- e. Sistem bekerja dalam kondisi *real-time* dari pembacaan sensor, dan belum menggunakan komunikasi jarak jauh *Internet Of Things (IoT)*