

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor tiga fase, atau yang sering disebut motor induksi, merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam dunia industri, terutama motor induksi tipe sangkar tupai. Hal ini disebabkan oleh sejumlah keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Akan tetapi, motor induksi memiliki beberapa kekurangan, seperti kesulitan dalam teknik regulasi kecepatan dan kebutuhan arus awal yang tinggi, mencapai 500 hingga 700 persen dari arus nominal. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan tegangan yang cukup besar pada pasokan listrik dari jaringan nasional (PLN) [1]. Sehingga diperlukan metode pengasutan yang dapat mengurangi tegangan pada motor induksi sehingga arus pengasutan awal dapat diredam.

*Soft starter* adalah cara untuk memulai pengoperasian motor induksi dengan mengurangi tegangan dan kemudian menaikkannya secara bertahap hingga mencapai level tegangan penuh. Elemen penting dari *soft starter* ini adalah tiristor, yang diatur oleh sirkuit untuk memulai thyristor. Perlu diingat bahwa output tiristor dapat diatur melalui pin gerbang, rangkaian ini dirancang untuk mengatur level tegangan yang dihasilkan oleh tiristor. [2].

Sistem kontrol PID (*Proporsional, Integral, Derivative*) adalah suatu mekanisme yang digunakan untuk mengurangi kesalahan antara nilai set point yang diinginkan dan variabel yang diukur dalam proses sebelumnya. Kontroler PID bertujuan untuk meningkatkan stabilitas suatu sistem dengan mengurangi *overshoot*, mempercepat waktu pemulihan, dan mengurangi kesalahan *steadystate*. Meskipun memiliki manfaat ini, pengaturan parameter kontrol PID, yaitu nilai *gain*  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ , seringkali sulit dilakukan dengan tepat untuk mencapai kinerja motor yang optimal. Oleh karena itu, sering terjadi osilasi karena *tuning* yang belum optimal, sehingga diperlukan penyetelan parameter yang cermat dan peningkatan dalam pemilihan parameter fungsi yang akurat [3]. Kontrol PID sering digunakan dalam industri, terutama dalam pengendalian motor listrik, karena kontrol ini dianggap efisien dan merupakan standar yang umum digunakan. Untuk mengatasi

kekurangan dalam pengendalian tersebut dan untuk meningkatkan kinerja dalam pengaturan kecepatan motor induksi, diperlukan pengembangan algoritma yang dapat memperbaiki sistem agar lebih optimal dalam meningkatkan respons kontrol PID. Untuk mencapai hal ini, diperlukan penerapan kecerdasan buatan, yaitu memanfaatkan algoritma PSO (*Particle Swarm Optimization*) untuk mendapatkan parameter PID yang optimal.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang sudah mencoba melakukan pengontrolan terhadap kecepatan motor induksi. Di antaranya yaitu studi yang dilakukan oleh Nur Cahyo Edy Wibowo dkk menyelidiki inisiasi motor induksi tiga fase dengan program di PT Madubaru Yogyakarta. Studi tersebut menganalisis perbandingan tiga metode pengasutan: metode Direct On Line (DOL), metode star-delta, dan metode soft starter. Hasilnya menunjukkan bahwa metode start DOL menghasilkan lonjakan arus 580% dari Full Load Ampere (FLA), sekitar 777,2 A, sementara metode star-delta menghasilkan lonjakan arus 200% dari FLA, sekitar 268 A. Metode soft starter juga memungkinkan untuk memulai arus secara bertahap, mencegah lonjakan langsung menjadi 500%, yang kemudian naik secara perlahan. Saat mencapai tegangan maksimal, arus yang mengalir berkisar 24 A. Berikutnya, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Andi Junaidi dan rekan-rekannya. Dalam penelitian ini, metode *soft starter* diterapkan pada motor induksi [2]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lonjakan arus awal motor induksi dapat diredam sebesar 0.67% dengan menggunakan metode pengasutan *soft starter*. Awalnya, arus mencapai 765 A saat menggunakan metode pengasutan *star-delta*, dan setelah diterapkan metode *soft starter*, turun menjadi 517 A. Selanjutnya, untuk mengontrol kecepatan motor induksi, digunakan metode pengaturan orientasi garis (FOC) berbasis *fuzzy*-PID. FOC adalah metode pengaturan motor AC yang mirip dengan pengaturan motor DC. Percobaan menunjukkan bahwa pengontrol *fuzzy*-PID hibrida dapat secara signifikan mengurangi *overshoot* kecepatan motor sebesar 16,93% dan memiliki kemampuan untuk mencapai kondisi tunak dalam waktu 10 detik dan memiliki waktu transien yang lebih cepat yaitu 15 detik. [5].

M Lutfi Hakim, dan Trisna Wati melakukan penelitian untuk memperbaiki frekuensi yang tidak stabil pada PLTA Sengguruh yang terjadi karena perubahan kecepatan putar generator yang tidak stabil akibat perubahan pada beban yang

terjadi pada konsumen [6]. Untuk memperbaiki frekuensi saat perubahan beban digunakan kontroler PID yang di *tuning* menggunakan PSO. *Tuning* kontroler PID menggunakan PSO mendapatkan hasil yang lebih baik daripada menggunakan metode Ziegler-Nichols, PSO menghasilkan *overshoot* sekitar 0,04%. Selain itu, PSO mempercepat waktu kondisi tunak 42,032 detik, atau 46,03%, lebih cepat dari Ziegler Nichols, dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi tunak adalah 5,71% lebih cepat. Faktor-faktor yang membedakan kedua metode ini menyebabkan perbedaan ini. Ziegler Nichols bergantung pada pendekatan awal untuk *settling time* dan *rise time* (*tuning* satu kali), sedangkan PSO mempertimbangkan kesalahan yang ada dan secara konsisten memperbaruinya selama beberapa kali iterasi untuk menjamin konvergensi yang tinggi (*tuning* berbasis iterasi).

Berdasarkan penelitian yang telah dijelaskan diatas dapat dilihat bahwa, penggunaan metode *soft starter* dapat mengurangi lonjakan arus *start* pada motor induksi. Dan kontroler PID dapat mengurangi *overshoot* pada motor induksi, tetapi dibutuhkan metode penyetelan pada kontroler PID, penelitian ini memanfaatkan metode *tuning* dengan menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk mendapatkan nilai pengaturan PID yang optimal, yang batas atas dan batas bawahnya ditetapkan menggunakan metode Ziegler-Nichols. Proses pemodelan dan simulasi dilakukan secara virtual dengan memanfaatkan Simulink yang terdapat pada perangkat lunak MATLAB. MATLAB adalah program yang digunakan untuk mendapatkan data sebenarnya, sedangkan Simulink merupakan alat tambahan yang terintegrasi dengan MATLAB, memungkinkan simulasi, pemodelan, dan analisis data berdasarkan diagram blok grafis serta penyesuaian data masukan yang digunakan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan dalam latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain sistem *soft starting* pada motor induksi?
2. Bagaimana menentukan parameter kontroler PID yang dapat meredam arus *start* dan dapat menghasilkan *overshoot* yang rendah?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendesain metode *soft starting* pada motor induksi menggunakan *thyristor*.
2. Untuk mencari nilai parameter optimal pada kontroler PID dengan memanfaatkan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) agar motor induksi dapat menghasilkan arus awal yang minimal dan *overshoot* yang terjaga rendah.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Motor induksi 3 fasa yang digunakan bertenaga 5,4 HP dengan daya *output* 4kVA.
2. Metode kurva reaksi Ziegler-Nichols digunakan untuk mendapatkan nilai batas atas dan batas bawah untuk mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  menggunakan algoritma PSO.
3. Metode penyetelan kontroler PID yang digunakan yaitu PSO.
4. Harmonisa yang dihasilkan pada motor induksi 3 fasa tidak dibahas.
5. Simulasi pada penelitian ini menggunakan *software* MATLAB 2017b

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian kali ini terdapat beberapa manfaat yaitu:

1. Bisa menjadi referensi penyetelan kontroler PID pada motor induksi.
2. Bisa mengurangi resiko kerusakan pada motor induksi.
3. Bisa dikembangkan pada penelitian selanjutnya untuk mengurangi efek negatif dari sistem yang sudah ada.

### 1.6 Sistematika Penulisan

#### BAB I: PENDAHULUAN

Pendahuluan ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat, beserta sistematika penulisan.

#### BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka ini, terdapat pembahasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian. Teori-teori yang diperbincangkan dalam penelitian ini mencakup motor induksi,

*thyristor*, PID, metode Ziegler-Nichols, dan PSO (*Particle Swarm Optimization*).

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam metodologi penelitian ini, diuraikan mengenai perancangan sistem menggunakan Simulink pada *software* MATLAB dengan metode PSO (*Particle Swarm Optimization*).

### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Membahas analisis perbandingan pengujian pada simulasi antara kondisi tanpa kontrol dan dengan kontrol.

### **BAB V: PENUTUP**

Bagian penutup akan merangkum hasil penelitian dalam bentuk kesimpulan, serta memberikan saran-saran untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang.

