

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan teknologi semakin canggih, mulai dari peralatan mekanik, elektrik maupun perangkat lunaknya bersinergi untuk menghasilkan suatu produk ataupun peralatan baru. Motor listrik sebagai penggerak sangat berperan penting dalam dunia industri. Jenis penggerak yang sering dipakai di dunia industri adalah motor induksi tiga fasa. Penggunaan motor induksi 3 fasa sangat diperlukan bagi dunia industri karena motor induksi 3 fasa merupakan salah satu jenis motor listrik yang memiliki keunggulan lebih dibandingkan dengan motor lain seperti konstruksinya sangat sederhana, harga dan perawatan yang relatif murah untuk skala industri, serta tahan terhadap guncangan namun untuk keperluan penelitian pembuatan *prototype* membutuhkan biaya yang tidak sedikit[1]. Selain kelebihan yang dimiliki motor induksi 3 fasa juga memiliki kelemahan yaitu tidak mampu mempertahankan kecepatan dengan konstan bila terjadi gangguan dan perubahan torsi beban.

Pada penelitian tentang perancangan dan implementasi pengendali *knowledge base-PI* pada pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan pemberian efek pembebanan melalui sebuah rem elektromagnetik. Rem elektromagnetik terdiri dari beberapa kumparan dengan masukan berupa tegangan DC melalui sebuah *transformator* (0-240V).[1] Pembebanan yang diberikan meliputi 8 beban mulai dari 0V (Tanpa Beban), 100V, 120V, 140V, 160V, 180V, 200V, dan 220V. Pengendali *knowledge base PI* pada motor induksi 3 fasa mampu mengurangi *Error Steady State* sebesar 1,4%. Aksi pengendali *Knowledge base-PI* diterapkan pada PLC dengan menggunakan metode *look-up* tabel memberikan tingkat ketelitian yang tinggi karena menggunakan basis data yang telah diidentifikasi sebelumnya, namun jika data pada direktori *look-up* tabel semakin banyak, maka akan mengurangi kecepatan aksi pengendali secara signifikan[1]. Selain harga motor induksi yang cukup mahal untuk dilakukan penelitian secara pribadi, hasil implementasi memiliki kelemahan pada penyimpanan yang mempengaruhi kinerja pengendali *Knowledge Base-PI*. Dua alasan tersebut membuat penelitian secara simulasi masih layak dilakukan.

Penulis melakukan eksperimen secara simulasi untuk mendapatkan data dengan menggunakan data K_i dan K_d dari penelitian sebelumnya. Eksperimen tersebut dilakukan

untuk melihat kinerja dari pengendali *knowledge base*-PI secara detail dan menyeluruh pada 8 model pembebanan yang telah dilakukan. Simulasi dilakukan dengan kecepatan referensi konstan 1000 Rpm dengan variasi 8 beban tanpa gangguan. Dari hasil simulasi, respon sistem memiliki *overshoot* sebesar 0-28.616 detik, padahal respon sistem tanpa pengendali tidak memiliki *overshoot* dan nilai *error steady state*=0 Rpm. Ketika diberi gangguan sinyal kendali sebesar 10% pada detik 40-60 disemua beban (0 Volt - 220 Volt), respon sistem memiliki nilai *error steady state* dengan nilai rata-rata sebesar 35.36625 Rpm dengan *overshoot* sebesar 0- 28.616 detik. Selain *overshoot* dan *error steady state* ternyata ditemukan pula bahwa pengendali *Knowledge Base*-PI tidak kokoh. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian terhadap gangguan yang diberikaan pada detik 40-60, kestabilan baru dapat dicapai pada detik ke 84.4298. Untuk itu diperlukan pengendali yang *robust* (kokoh). Salah satu pengendali yang termaasuk pada kategori *robust* adalah *sliding mode control* [2].

Beberapa penelitian yang mendukung pernyataan tentang kekokohan pengendali SMC antara lain: Penelitian yang merancang dan mengimplementasikan SMC pada pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan pemberian variasi beban minimal, nominal dan maksimal. Disebutkan bahwa pengendali SMC dipilih karena sifat kekokohan yang dimilikinya. Sifat kokoh dari SMC pada penelitiannya dapat mengembalikan lintasan trayektori ke permukaan luncur dengan cepat sampai 0,2 detik[3]. Pada penelitian tentang pengendalian motor induksi 3 fasa menggunakan DTC dan SMC menyebutkan bahwa SMC memiliki hasil yang lebih baik dan kokoh (*robust*) untuk perubahan pembebanan, terbukti ketika menggunakan SMC nilai maksimum *overshoot* sebesar 2.89% dan *settling time* 0.08 detik. Hal ini cukup kecil dibandingkan dengan pengaturan kecepatan motor induksi dengan DTC nilai maksimum *overshoot* sebesar 12.82% dan *settling time* 0.84 detik[4]. Kemudian, penelitian mengenai perancangan SMC pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa pada Mesin Sentrifugal menggunakan Metode *Sliding Mode Control* (SMC). Hasil implementasi pengendali *Sliding Mode Control* pada PLC terjadi *error* $\pm 6,6\%$ pada kecepatan 300 Rpm sedangkan pada kecepatan 800 Rpm dan 200 Rpm terjadi *error* $\pm 2,5\%$. Pengendali dapat berjalan sesuai dengan tujuan maka bisa dikatakan bahwa metode *Sliding Mode Control* telah dapat diimplementasikan kedalam PLC dan mampu mengendalikan kecepatan mesin sentrifugal sesuai dengan *tracking setpoint* kecepatan yang ditentukan serta SMC mampu memperbaiki spesifikasi respon agar lebih baik[5].

Meskipun pengendali SMC memiliki keunggulan pada sifat kekokohan, namun pengendali SMC memiliki kelemahan yaitu fenomena osilasi pada proses pemeliharaan

(*Chattering*). *Chattering* adalah fenomena merugikan yang dapat menyebabkan *error steady state* menjadi lebih besar[6][7][8]. Untuk menguji efek *chattering* pengendali SMC pada motor induksi 3 fasa penulis melakukan simulasi terhadap motor induksi 3 fasa dengan variasi 8 beban secara simulasi menggunakan pengendali SMC. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengendali SMC tidak mengalami *overshoot* namun kecepatan respon mengalami keterlambatan dengan nilai *error steady state* sebesar 0 Rpm. Ketika diberi gangguan sinyal kendali sebesar 10% pada detik 40-60 respon sistem memiliki *error steady state* yang lebih besar dengan nilai rata-rata 62.40375 Rpm dan *overshoot* = 0. Ketika gangguan diberikan pada detik 40-60 pengendali baru mampu mengembalikan respon sistem kembali ke *set point* pada detik 76.0511 .

Berdasarkan kajian pustaka dan eksperimen secara simulasi yang disimpulkan diperoleh informasi sebagai berikut. Pengendali *Knowledge Base-PI* memiliki kelemahan pada *overshoot* dan ketidakkokohan dalam mengatasi gangguan. *error steady state* juga terjadi, namun tidak terlalu besar. Keunggulan pengendali *Knowledge Base-PI* memiliki respon *time* yang cukup cepat. SMC memiliki kelemahan pada respon *time*, namun kelemahan yang paling signifikan adalah *error steady state* yang besar sebagai efek dari *chattering*.

Untuk mengatasi kelemahan pengendali SMC pada efek *chattering*, penulis mengambil tindakan dengan menggabungkan pengendali SMC dengan pengendali PID. Pengendali SMC sebagai pengendali utama sedangkan PID sebagai pengendali pengawalan untuk mengurangi *error* yang diakibatkan oleh efek *chattering*. Pengendali PID memiliki keunggulan berupa aksi kendali *Propotional* yang bersifat mempercepat respon ketika perancangan disimulasikan, aksi kendali *integral* bersifat mengurangi *error* yang diakibatkan oleh efek *chattering*, dan aksi kendali *derivative* bersifat meredam *error* sistem yang memaksa respon sistem tetap berada pada *set point* yang telah ditentukan.[9]

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penulis mengajukan penelitian untuk menggabungkan (*hybrid*) pengendali SMC dan PID yang bertujuan mendapatkan pengendali yang handal dan berforma tinggi dari segi kekokohan. Penggunaan pengendali *hybrid* SMC dan PID dilakukan secara permodelan dan simulasi pada pengaturan sistem motor induksi 3 fasa untuk mengendalikan kecepatan dengan perubahan 8 kondisi beban dan pemberian gangguan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu :

1. Kecepatan motor induksi 3 fasa yang tidak stabil ketika mengalami perubahan beban dan gangguan.
2. Permasalahan yang muncul pada pengujian secara simulasi menggunakan pengendali *Knowledge Base-PI* memiliki kelemahan pada direktori *look-up table* yang mengurangi kecepatan aksi kendali secara signifikan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa agar tetap kokoh ketika mengalami perubahan beban dan gangguan.
2. Memodelkan pengendali hybrid SMC-PID untuk mengatasi berkurangnya kecepatan aksi kendali secara signifikan agar dapat lebih mempertahankan respon sistem ketika terjadi perubahan beban dan gangguan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dalam tugas akhir terarah, maka batasan masalah sebagai berikut :

- a. Simulasi plant dan pengendalian dilakukan menggunakan program simulink pada Matlab R2011b.
- b. Penurunan model matematis sistem pendekatan metode *harriott* dan parameter proses kecepatan dirujuk dari penelitian Muhammad Faisal Afif Alhamdi.
- c. Tidak ada pembahasan mengenai *Hardware*.
- d. Efek Motor Induksi 3 Fasa dianggap Seimbang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Memberikan gambaran dan pengetahuan tentang desain pengendali *Hybrid SMC-PI* dalam mengendalikan kecepatan motor induksi 3 fasa dengan variasi 8 beban.
- b. Sebagai referensi tambahan bagi peneliti-peneliti berikutnya.
- c. Diharapkan pengendalian kecepatan ini nantinya dapat diterapkan pada sistem yang sebenarnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami penulisan laporan Tugas Akhir maka dibuat rencana kerangka laporan dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi pembahasan teori-teori yang menyangkut pada penelitian Tugas Akhir sebagai landasan dalam penyusunan Tugas Akhir

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini akan menguraikan langkah-langkah pembuatan Tugas Akhir dari data-data yang diperoleh dengan menggunakan metode yang digunakan serta menguraikan tahapan perancangan.

Bab IV Analisa Hasil

Berisikan mengenai pengujian simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab untuk mengetahui keberhasilan dalam pembuatan perancangan dan pengujian pengendali.

Bab V Bab ini berisikan kesimpulan Tugas Akhir yang dibuat dan menjelaskan saran-saran kepada pembaca, pustakawan, maupun penulis.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.