

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Salah satu komponen mesin listrik yang memegang peranan penting pada proses industri adalah sistem penggerak, di mana motor DC merupakan salah satu jenis penggerak yang sangat banyak digunakan. Kebutuhan akan kecepatan putar motor DC yang bervariasi dan terprogram banyak dijumpai pada beberapa aplikasi, contohnya mesin cuci, mesin *food processor*, dan konveyor di pabrik. Dalam kasus ini, kecepatan putar motor DC yang dibutuhkan berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan proses yang terprogram dalam *angular speed sequence program* dan perubahan (transisi) kecepatan tersebut harus terjadi dalam waktu yang cukup singkat. Sistem tersebut harus mampu melakukan hal-hal berikut:

1. Merespon kebutuhan perubahan kecepatan putar (*target speed*) sesingkat mungkin dan bersifat *predictable*.
2. Menghindari osilasi kecepatan putar setelah terjadi perubahan dari kecepatan yang sebelumnya.
3. Meminimalisir naik atau turunnya kecepatan putar motor DC dari kecepatan putar yang dibutuhkan (*target speed*) ketika terdapat perubahan beban.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan hasil kualitatif, tetapi belum menunjukkan hasil kuantitatif. Seperti pada penelitian oleh Azadi (2012), yang menyatakan Pengendali Azadi mampu menstabilkan putaran motor DC dengan meminimalkan *overshoot* dan *undershoot*, tetapi belum menunjukkan besaran *overshoot* yang dihasilkan oleh sistem (Azadi, *et. al.*, 2012). Penelitian tentang *neuro-fuzzy controller* menggunakan *particle swarm optimization* juga tidak memberikan hasil nominal tentang besaran *overshoot* dan *undershoot* serta ayunan, dan hanya memberikan hasil kualitatif serta digunakan sebagai sistem yang fleksibel (Farid, *et. al.*, 2014).

Di dalam sistem penggerak motor DC tersebut sangat diperlukan pengendali untuk mendapatkan gerakan yang dibutuhkan berikut mempertahankan kecepatan putarannya sedapat mungkin sama sesuai dengan acuan yang diberikan. Selain itu, pengendali juga

merupakan komponen yang berguna untuk menekan sinyal kesalahan sehingga dapat diperoleh unjuk kerja yang diinginkan. Supaya dapat bekerja optimal, pengendali harus memiliki respon yang cepat dan secara terus menerus melakukan tugasnya. Karena pentingnya komponen pengendali, maka komponen ini memiliki sistem tersendiri yang disebut sistem pengendalian.

Pengendalian kecepatan pada motor DC sangat diperlukan terutama pada saat diperlukan kecepatan tertentu yang konstan dan bertahan pada nilai tertentu. Salah satu aplikasinya adalah sistem *variable pitch propeller* pada pesawat terbang, helikopter, UAV, atau kapal laut. Sistem tersebut membutuhkan kecepatan putar yang konstan dan dipertahankan tanpa mempedulikan daya dorong yang dihasilkan, karena variasi daya dorong didapatkan dari variasi sudut bilah (*propeller*) yang diatur dengan sebuah aktuator. Sistem ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan sistem *fixed pitch propeller* yang mengharuskan variasi kecepatan bilah untuk variasi daya dorong, di antaranya dengan putaran yang tetap bisa dihasilkan daya dorong bervariasi bahkan sampai memiliki arah berlawanan, serta kemampuannya untuk berbagi satu motor untuk menggerakkan banyak bilah. Bagaimanapun juga, kedua sistem tersebut sangat bergantung pada sistem pengendali kecepatan, seperti yang akan dibahas dalam penelitian ini.

Dalam mendesain sebuah sistem pengendalian, hal terpenting yang harus diperhatikan adalah spesifikasi unjuk kerja sistem yang dibutuhkan. Sistem pengendalian merupakan sistem dinamik, sehingga spesifikasi sistem yang dikendalikan harus bisa mengirim umpan balik (*feedback*) dengan resolusi waktu yang cukup tinggi. Algoritma pengendalian yang digunakan bervariasi sesuai dengan kebutuhan, misalnya *Proportional Integral Derivative* (PID), *Fuzzy Control System* (FCS), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Genetic Algorithm* (GA).

Perangkat keras kendali elektronik banyak digunakan sebagai sistem pengendalian motor DC. Perangkat keras kendali ada yang berbasis analog menggunakan rangkaian penguat operasional, serta ada yang berbasis digital menggunakan *Microcontroller* dan *Programmable Logic Controller* (PLC). *Microcontroller* dipilih dalam pengembangan aplikasi skala laboratorium karena harga kapasitas memori yang rendah.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan sistem pengendalian kecepatan putar motor DC menggunakan perangkat keras kendali *microcontroller* menggunakan Arduino Mega 2560 untuk memenuhi spesifikasi kontrol pada aplikasi pengendalian skala

laboratorium (*prototype*) dan *Fuzzy Control System (Mamdani Inference Engine)* sebagai algoritma sistem pengendaliannya. Penggunaan Arduino ditujukan karena sifatnya yang mudah diprogram dan sesuai dengan kebutuhan *prototyping* (pemodelan lab). Sedangkan *Fuzzy Control System* digunakan karena kemampuannya untuk mudah dimodelkan menggunakan intuitif manusia, bersifat adaptif, tidak membutuhkan persamaan matematika yang kompleks, tidak terbatas pada sistem linier ataupun konstan, dan mudah disesuaikan dengan masukan dari manusia.

Motor DC yang digunakan akan diberi urutan *set-point* yang bervariasi (kecepatan putar yang diminta dari rendah ke tinggi dan sebaliknya) dan beban yang bervariasi untuk kemudian diuji unjuk kerjanya dengan cara mengamati respon kecepatan putarannya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang ada dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana merancang sistem pengendalian kecepatan putar motor DC menggunakan *Fuzzy Logic Control* berbasis Arduino.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem pengendalian kecepatan putar motor DC menggunakan *Fuzzy Logic Control* berbasis Arduino guna mendapatkan kecepatan putar yang akurat, responsif, *overshoot/undershoot* yang minimal, dan *ringing* yang minimal sesuai dengan kebutuhan.

## 1.4. Batasan Masalah

Karena tujuan penelitian diperlukan untuk dibatasi, maka pembahasan penelitian ini memiliki ruang lingkup, antara lain:

1. Motor DC memiliki spesifikasi: tegangan 20 VDC, arus maksimal 220 mA, dan *output power* 4.4 W.
2. Algoritma yang digunakan untuk pengendali adalah *Fuzzy Control System Mamdani Inference Engine*.
3. Jenis-jenis *fuzzy set* untuk masukan dan keluaran yang digunakan adalah *triangle* dan *trapezoid*.

4. Maksimal *overlapping* dari *fuzzy set* adalah dua keanggotaan.
5. Masukan yang digunakan adalah *angularspeed sequence program* dari operator, *start program button*, *emergency stop button*, dan umpan balik sensor kecepatan motor DC.
6. Keluaran yang digunakan adalah sinyal kendali menuju ke *driver* motor DC.
7. Perangkat keras pengendali yang digunakan adalah *microcontroller* Arduino Mega 2560.
8. Pembebanan pada motor DC dilakukan secara kualitatif (tidak dihitung dengan numerik) dan tidak terjadwal.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan bermanfaat khususnya bagi pemakai yang membutuhkan kecepatan putar motor DC yang konstan sesuai dengan kebutuhan *set-point* terprogram dan memiliki respon cepat terhadap perubahan kebutuhan kecepatan atau perubahan beban.

Selain itu hasil penelitian ini juga bisa bermanfaat untuk para peneliti lain yang membutuhkan hubungan antara respon dan kehalusan dengan nilai pada parameter sistem kendali, khususnya dengan menggunakan *fuzzy control system*.