

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Perkembangan teknologi di bidang kontrol otomatisasi telah merancang berbagai sistem yang dapat diterapkan dalam industri, salah satunya penggunaan motor DC. Motor DC merupakan jenis motor listrik yang mampu mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik antara medan magnet dan arus yang saling berinteraksi. Motor DC banyak digunakan di dunia industri karena perannya yang penting dalam melakukan pengendalian kecepatan dengan presisi dan mudah, contoh penerapannya pada konveyor, kipas, dan lainnya. Kecepatan motor DC dapat diatur dengan mengubah nilai tegangan yang diberikan, tentunya ini memungkinkan motor DC digunakan pada banyak dunia industri untuk mendapatkan proses produksi yang baik dan presisi.

Motor DC relatif mudah dioperasikan dan dikendalikan dibandingkan jenis motor lainnya yang sedikit lebih kompleks. Sistem pengendaliannya lebih sederhana dikarenakan hanya perlu untuk mengatur nilai tegangan atau arus untuk mengubah kecepatan yang diinginkan. Sehingga ini menjadi alasan penggunaan motor DC banyak diterapkan di dunia industri [1]. Dengan banyaknya penerapan motor DC pada dunia industri, maka dari itu pentingnya penerapan penggunaan dan pengontrolan motor DC pada dunia Pendidikan guna mampu memahami dan menggunakan motor DC sebagai bahan pembelajaran yang baik untuk mampu menerapkannya di dunia kerja.

Pengendalian motor DC bisa diatur pengaturannya dengan berbagai metode, metode *fuzzy* bisa dilakukan untuk mengontrol perputaran motor DC. Penggunaan metode *fuzzy* guna mengontrol percepatan motor DC dikarenakan mudah untuk dimengerti dan fleksibel hanya memasukkan nilai untuk mengambil keputusan [2]. Penggunaan metode *fuzzy* baik untuk menangani sistem yang rentan berubah dalam pemberian beban, namun kelemahan pada *fuzzy* berupa pemberian pilihan yang sangat bebas, sehingga sulit untuk mengatur sistemnya. Berbeda dengan

menggunakan pengontrol PID untuk menggerakkan motor DC yang memiliki sistem dengan algoritma yang ada.

Dalam penerapan perancangannya tentunya terdapat metode kontrol yang digunakan, salah satu metode kontrol yang digunakan adalah PID (*Proportional, Integral, Derivative*). Pengendalian metode PID merupakan metode yang efektif untuk mengatur kecepatan motor DC. Kemampuannya untuk meminimalkan *error* dan respon yang sangat cepat menjadi langkah yang tepat untuk implementasi dalam penggunaan motor DC [3]. Karena PID memiliki nilai parameter yang berbeda-beda terhadap respon sistem yang didapatkan. Pengaturan parameter PID yang tepat mampu mencapai waktu terbaik pada titik *setpoint*.

Dalam lingkungan pendidikan, khususnya di laboratorium praktikum mahasiswa, sering kali ditemukan keterbatasan alat pelatihan (*trainer*) yang kurang mumpuni untuk memahami implementasi metode PID guna mengatur tingkat kestabilan pada motor DC. Kebanyakan alat yang tersedia memiliki fitur yang terbatas sehingga kurang ideal untuk proses pembelajaran secara menyeluruh dan pemahaman mahasiswa mengenai PID tidak dapat dipahami dengan baik. Penggunaan mikrokontroler berupa Arduino dapat membantu untuk memudahkan memahami konsep kontrol otomatisasi [4].

Penggunaan alat pelatihan PID digital berbasis arduino merupakan solusi alternatif yang baik. Mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino dengan tingkat fleksibilitas dan ketersediaannya yang luas, memungkinkan pembuatan sistem pengendalian motor DC yang lebih mudah diterapkan dan dipahami dengan baik. Alat ini mampu memberikan penalaran yang lebih baik dalam pemahaman kontrol PID. Selain itu, parameter PID yang dapat diatur dengan mudah memungkinkan untuk mempelajari pengaruh setiap parameter (*proportional, integral, dan derivative*) terhadap respon sistem secara langsung, baik dalam simulasi maupun penggunaan alat pelatihan secara langsung [5].

Pada penelitian [6] menunjukkan penggunaan pengendali PID untuk mengendalikan perangkat motor DC dengan mengatur kecepatan sudut dan *software Ziegler Nichols* guna mendapatkan respon yang lebih baik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keluaran *hardware* dan juga keluaran pada

software. Dimana hasil keluaran pada *hardware* akan dilakukan pengujiannya melalui *software*. Pengujian dengan *software* dengan memperhatikan fungsi transfer dari motor DC itu sendiri. Dimana fungsi transfer menjadi bagian penting dalam pengendali PID untuk mengatur kecepatan motor DC dengan *input* bersumber dari tegangan dan *output* yang didapatkan berupa kecepatan pada motor DC [7]. Dengan adanya fungsi transfer, analisis berupa stabilitas, respon transien, dan *error steady state* dapat dilakukan. Hasil terbaik yang didapatkan pada *software* tidak sepenuhnya memiliki keluaran baik pada *hardware*, begitu juga sebaliknya. PID memiliki peran yang sangat signifikan untuk mengontrol perputaran motor DC dengan komposisi nilai parameter yang tepat.

Penerapan PID pada implementasi kontrol penggerak motor juga memiliki hasil yang sesuai dengan rencana yang diharapkan. Pada penelitian [8] menggunakan pengendali PID untuk menggerakkan motor *stepper* dalam proses *molding microplastic*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan nilai PID yang berbeda dengan hasil cetakan yang bervariasi menyesuaikan nilai PID yang diterapkan. Pada penelitian ini mendapatkan cetakan yang baik dalam pemberian nilai PID guna menggerakkan motor *stepper*. Karakteristik kinerja dari PID berupa menggunakan nilai *error* yang didapat untuk metode pembelajaran yang ada untuk memperbaiki nilainya.

Penggunaan PID digital dalam menggerakkan motor DC memiliki tingkat efektivitas yang tinggi, hal ini disebabkan metode yang digunakan mampu memberikan kontrol yang responsif terhadap perubahan percepatan pada motor DC. Dengan menambahkan nilai parameter K_p mampu meminimalkan *steady-state error*, menambahkan nilai parameter K_i mampu membuat *overshoot* menjadi meningkat, serta dengan menambahkan nilai parameter K_d dapat meminimalkan *overshoot* yang didapatkan sistem [9].

Berdasarkan penelitian yang dijadikan referensi penelitian dalam perancangan alat pelatihan ini, penelitian ini sangat layak untuk diterapkan guna implementasi dalam bentuk *hardware* sebagai penerapan PID digital yang tidak jauh berbeda hasil keluarannya dengan *software* dengan mudah [10]. Dengan demikian, perancangan alat pelatihan PID digital diterapkan sebagai bahan

pembelajaran. Sehingga mahasiswa mampu memahaminya dengan baik setelah penggunaan alat telah digunakan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana memperoleh model matematika dari sistem motor DC dengan pengendalian PID digital?
2. Bagaimana pengaruh metode penalaan (*software*) kecepatan pada motor DC menggunakan pengendali PID?
3. Bagaimana kinerja penerapan alat pelatihan PID digital dalam mengendalikan motor DC?
4. Bagaimana tingkat kesesuaian hasil simulasi dan implementasi alat pelatihan PID digital pada sistem motor DC?

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

1. Memperoleh model matematika dengan pemahaman representasi matematis dari motor DC untuk kontrol dengan pengendali PID
2. Mengetahui pengaruh metode penalaan (*software*) kecepatan pada motor DC dengan *Ziegler Nichols* untuk mendapatkan respon sistem yang baik
3. Mengetahui kinerja penerapan alat pelatihan PID digital dalam respon pengendalian motor DC
4. Mengetahui tingkat kesesuaian hasil simulasi dan implementasi alat pelatihan PID digital pada sistem motor DC

1.4 BATASAN MASALAH

1. Menggunakan pengendali PID digital hanya dalam pengendalian motor DC *Brushed* 12V
2. Penerapan pengendali PID digital dengan *Ziegler Nichols* untuk perbandingan alat dan *software*
3. Kinerja yang diukur berupa *error steady state*, *overshoot*, *time rise*, dan *time settling*
4. Efisiensi penerapan pengendalian PID digital pada penggunaan alat pelatihan untuk mengendalikan motor DC

1.5 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode *Ziegler Nichols* untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dibahas pada rumusan masalah. Dalam penerapannya, penulis melakukan beberapa tahap untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan melakukan studi literatur, pembuatan gambar sistem 3D, perancangan alat (*Hardware* dan *Software*), pengujian alat, analisis hasil data pengujian, dan kesimpulan.

1.6 JADWAL PELAKSANAAN

Penelitian ini akan dilaksanakan selama sekitar 10 bulan dimulai dari bulan September sampai Juni 2025. Detail linimasa penelitian dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan

No	Keterangan	Bulan							
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr
1	Identifikasi masalah dan topik								
2	Studi literatur								
3	Pengajuan judul								
4	Penyusunan proposal skripsi								
5	Seminar proposal								
6	Persiapan alat dan bahan								
7	Perancangan dan pembuatan <i>prototype</i> alat								
8	Perancangan program								
9	Pengujian alat								
10	Analisis hasil pengujian dan kesimpulan								
11	Sidang skripsi								