

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu meliputi :

1. Metodologi pengembangan sistem menggunakan *Rapid Application Development* (RAD), yang terbukti efisien dalam membangun sistem prototipe dengan waktu terbatas, tanpa mengurangi kualitas hasil akhir.
2. Kendali *On / Off* dan kendali rotasi Motor DC berhasil diimplementasikan, baik dari jarak jauh maupun jarak dekat.
3. Kendali PID *Ziegler-Nichols 2* berhasil diimplementasikan pada sistem kendali kecepatan putaran (RPM) Motor DC pada *Conveyor* dengan parameter *tuning* akhir $K_p = 7.2$, $K_i = 48$, dan $K_d = 0.27$, sehingga menunjukkan efektivitas dalam mencapai kestabilan rotasi motor secara berkelanjutan.
4. Komunikasi data pada sistem ini menggunakan protokol MQTT, yang dikenal ringan dan andal dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT). Sebagai platform IoT, Ubidots digunakan untuk memantau serta mengendalikan sistem secara *real-time* melalui jaringan internet.
5. Selama nilai potensiometer berada pada posisi nol (0), sistem *Conveyor* tidak akan menyala, meskipun perintah pengaktifan telah dikirim melalui platform Ubidots. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengaturan kecepatan masih memerlukan intervensi langsung dari operator di lokasi. Oleh karena itu, sistem perlu dikembangkan lebih lanjut agar pengaturan kecepatan putaran (RPM) motor DC dapat dilakukan melalui platform IoT, sehingga efisiensi dan fleksibilitas operasional dapat ditingkatkan.
6. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mempertahankan kecepatan mendekati *Setpoint* meskipun terjadi perubahan beban. Ini membuktikan bahwa penerapan kendali PID pada sistem *Conveyor* telah memberikan performa yang andal.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, didapatkan beberapa kekurangan, sehingga diperlukan saran yang sesuai sebagai pelengkap pada penelitian ke depannya yaitu meliputi :

1. Penggunaan bahan akrilik, agar terlihat lebih elegan, lebih aman karena tidak mudah pecah akibat benturan, dan dapat melindungi perangkat listrik dari cipratan air.
2. Penggunaan mekanisme *Pulley* sebagai alternatif sistem penggerak pada *Conveyor* dapat dipertimbangkan, mengingat sistem ini dinilai mampu meningkatkan efisiensi transmisi daya, mengurangi beban langsung pada motor, serta meningkatkan kinerja mekanis dan efisiensi energi secara keseluruhan.
3. Penggunaan alternatif *framework* selain Arduino IDE, seperti ESP-IDF atau Platform IO, dapat dipertimbangkan untuk mendukung pengembangan yang lebih profesional.
4. Pemanfaatan *MicroPython* sebagai alternatif bahasa pemrograman selain Arduino (C/C++) dapat dipertimbangkan untuk menyederhanakan proses pengembangan, khususnya dalam pembuatan prototipe berbasis ESP32.
5. Penggabungan metode atau algoritma lain dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi dan adaptivitas kendali PID *Ziegler-Nichols* terhadap variasi beban dan gangguan sistem.
6. Penambahan komponen IoT seperti sensor jarak, sensor beban, sensor warna, RTC *module*, *motor servo*, dan komponen lain yang sekiranya dapat mengembangkan penelitian ini lebih jauh.
7. Penambahan potensiometer virtual pada Ubidots untuk meningkatkan fleksibilitas pengaturan kecepatan motor DC secara *remote*.
8. Peningkatan ke versi *Premium* Ubidots atau migrasi ke platform lain seperti ThingsBoard, Blynk, atau Node-RED untuk menunjang skalabilitas dan keandalan sistem IoT.
9. Penambahan integrasi *multi-platform* untuk meningkatkan fleksibilitas akses lintas *device*.
10. Penggunaan metode OTA (*Over-The-Air*) pada sistem IoT untuk pembaruan *Firmware* secara nirkabel, sehingga lebih praktis dan efisien.