

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemkab Humbahas mengelola salah satu sumber mata air untuk mempermudah masyarakat dalam memperoleh sumber air untuk dapat disalurkan kepada masyarakat di Kecamatan Paranginan Kabupaten Humbang Hasundutan. Pengelolahan air minum dikelola oleh Unit Pelayanan Teknis Sistem Penyediaan Air Minum (UPT SPAM) Humbang Hasundutan. Unit Pelaksana Teknis Sistem Penyediaan Air Minum (UPT SPAM) Paranginan menggunakan motor induksi tiga phasa untuk menggerakkan pompa air yang berfungsi mendistribusikan air bersih dari sumber ke reservoir atau langsung ke pelanggan. Kinerja motor induksi sangat menentukan efisiensi dan kestabilan sistem, termasuk dalam menjaga debit air yang sesuai dengan kebutuhan distribusi. Sebuah motor induksi digunakan untuk memutar pompa sentrifugal dengan spesifikasi pompa kecepatan 2940, ketinggian dorongan pompa maksimal 117 m, debit 30 m³/h dan untuk memutar pompa yang berada di UPT SPAM Paranginan menggunakan motor induksi tiga fasa dengan spesifikasi motor 11,0 kw, 2 kutub dan frekuensi 50 Hz.

Sistem distribusi air menghadapi tantangan berupa fluktuasi permintaan yang tidak menentu serta kondisi beban yang berubah-ubah. Jika motor induksi tidak dikendalikan dengan tepat, hal ini dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara debit air yang dihasilkan dengan kebutuhan aktual, yang berdampak pada pemborosan energi, tekanan air yang tidak stabil, bahkan potensi kerusakan pada jaringan pipa. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang mampu

menyesuaikan kecepatan motor secara dinamis untuk menjaga debit air tetap sesuai dengan target operasional.

Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan metode kendali PID (*Proportional, Integral, Derivative*). Metode PID merupakan teknik pengendalian yang telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi industri karena mampu menghasilkan respon sistem yang cepat, stabil, dan akurat. Dengan mengatur parameter PID secara tepat, sistem kendali dapat menyesuaikan putaran motor induksi secara otomatis berdasarkan kebutuhan debit air yang berubah, sehingga distribusi air menjadi lebih efisien dan terkontrol. Penerapan kendali PID pada motor induksi tiga fasa di UPT SPAM Paranginan tidak hanya bertujuan untuk menjaga performa motor itu sendiri, tetapi juga untuk mengoptimalkan proses distribusi air bersih, terutama dari sisi kestabilan debit dan efisiensi energi. Perancangan dan analisis sistem kendali ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa suplai air bersih kepada masyarakat tetap terjaga baik dari segi kuantitas maupun kontinuitas.

Dalam pengoperasian motor listrik ini dapat bekerja dengan baik, maka motor harus dilindungi oleh sistem pengaman yang handal dan dioperasikan sesuai dengan ketentuan pabrik. Kendali level air menggunakan kendali PID dengan tuning ZN dan CC berdasarkan input dari *sensor level transmitter* dan aktuator dari pompa berhasil diimplementasikan. Hasil perbandingan tuning parameter PID menggunakan metode CC menunjukkan hasil yang lebih baik dari tuning ZN. Kendali terbaik untuk sistem pengendali ketinggian level menggunakan parameter kendali *proporsional* mendapatkan hasil respon transien sistem menunjukkan

settling time sebesar 21 s dan *rise time* sebesar 18 s (Hady supriyanto Dkk 2022). simulasi dan analisis inverter dengan *topologi diode clamped* 5-level untuk mengendalikan motor induksi tiga fasa. DCMLI 5 Level mampu meredam THD sebesar 24,65%, serta respon kecepatan motor induksi tetap stabil sesuai kecepatan referensi yang diberikan meskipun motor diberikan variasi beban dengan menggunakan kontrol PID. Kecepatan referensi 1000 rpm, 1200 rpm, 1400 rpm, dengan masing-masing kecepatan diuji cobakan dengan variasi beban 0 Nm, 30 Nm, dan 60 Nm tanpa adanya overshoot. Adapun kekurangan dari penelitian ini sebelum mencapai nilai *steady state* respon kecepatan terjadi sedikit osilasi. Didapatkan respon terbaik dengan *steady state error* terkecil 0.1% tanpa beban, serta *steady state error* terbesar 0.82% pada beban 60 Nm, serta THD 14,65% (Wahyu Nurohmansah Dkk 2022). Salah satu *metode vektor kontrol* yang banyak digunakan adalah *Field-Oriented Control (FOC)* yang dapat mengatur motor induksi seperti motor DC eksitasi terpisah. Akan tetapi, *metode FOC* mempunyai beberapa kekurangan yaitu membutuhkan transformasi koordinat, pengaturan arus, sensitif terhadap perubahan parameter dan sistem menjadi lebih kompleks. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan *metode Direct Torque Control (DTC)* yang struktur pengaturannya lebih sederhana dan tidak banyak perhitungan. Metode DTC memungkinkan secara langsung mengatur kondisi switching pada inverter dengan *Space Vector Modulation*. Metode pengendalian kecepatan putar motor induksi yang digunakan yaitu dengan metode PID (*Proportional, Integral dan Derivative*). Diharapkan dengan diterapkannya metode ini, kecepatan putar motor terhadap beban akan konstan dan stabil. Dengan rangkaian akan menggunakan

aplikasi MATLAB/LabView untuk mensimulasikan dan menganalisis dengan setpoint yang ditentukan dengan respon yang cepat dan tanpa adanya lonjakan ataupun penurunan kecepatan motor dan *error steady state*. Pada pengujian yang akan dilakukan dilokasi yaitu dengan metode pengumpulan data yang diperoleh dengan pengukuran, wawancara dan observasi.

Berdasarkan latar belakang yang terdapat diatas, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja motor induksi tiga fasa dengan penerapan metode PID melalui simulasi MATLAB/Simulink, dengan fokus pada parameter kecepatan, *overshoot*, waktu tunda, kestabilan sistem, torsi dan debit air. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam desain sistem kendali motor induksi yang lebih efektif dan efisien di industri. Adapun hasil yang diharapkan dalam penelitian ini yang berjudul “Perancangan dan Analisis Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Menggunakan Metode PID (*Proportional, Integral Dan Derivative*) Di UPT Spam Paranginan”. Dengan dilakukannya penelitian ini penggunaan motor akan menjadi lebih baik serta memperpanjang usia motor.

1.2. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian yaitu.

1. Kecepatan motor induksi tiga fasa di UPT SPAM masih kurang tidak stabil
2. Motor induksi tiga fasa mengalami ketidakstabilan kecepatan dan torsi akibat variasi beban dan suplai daya, yang berdampak langsung pada debit air yang dihasilkan oleh pompa

3. Debit air yang dipompa tidak selalu konstan. Disebabkan oleh kinerja motor yang belum dikendalikan secara optimal, terutama dalam merespons perubahan debit air dan beban pompa.
4. Beban yang berubah ubah pada motor induksi dengan menggunakan start delta masih kurang stabil.
5. Ketidakteraturan debit air pada sistem distribusi air di UPT SPAM Paranginan sering mengalami ketidaksesuaian antara debit air yang dihasilkan dengan kebutuhan aktual masyarakat..

1.3.Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada motor induksi tiga phasa yang digunakan sebagai penggerak pompa sentrifugal pada sistem distribusi air di UPT SPAM Humbang Hasundutan.
2. Sistem kendali yang dikaji dalam penelitian ini adalah kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative), tanpa melibatkan metode kontrol lain seperti Fuzzy, dan Adaptive Control.
3. Analisis kinerja motor difokuskan pada parameter utama seperti kecepatan putaran motor, torsi, efisiensi kerja motor, serta pengaruhnya terhadap debit air yang dihasilkan oleh pompa.
4. Penelitian ini hanya difokuskan pada motor induksi tiga phasa dengan konfigurasi star-delta.
5. Penelitian ini tidak memasukkan faktor gangguan besar, seperti

gangguan hubung singkat.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penulisan laporan penelitian ini yaitu

1. Bagaimana mempertahankan debit air dalam pipa supaya tidak melebihi batas penggunaan sistem distribusi air bersih di UPT SPAM Humbang Hasundutan?
2. Bagaimana pengaruh beban terhadap torsi serta kecepatan dengan dan tanpa menggunakan PID pada motor induksi dalam sistem pemompaan air?
3. Menentukan nilai parameter PID (K_p , K_i , K_d) terhadap kinerja motor dan Bagaimana pengaruh metode PID terhadap kestabilan kecepatan motor induksi tiga phasa?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu.

1. Mempertahankan debit air dengan mengatur nilai PID untuk menstabilkan kecepatan motor induksi tiga phasa yang digunakan untuk memutar pompa sentrifugal di UPT SPAM Humbang Hasundutan.
2. Menganalisis pengaruh perubahan beban terhadap kestabilan torsi dan kecepatan motor induksi terhadap debit air yang dipompa
3. Menganalisis pengaruh metode PID terhadap kestabilan kecepatan motor induksi tiga phasa dengan mengoptimalkan parameter PID (K_p , K_i , K_d) untuk meningkatkan kinerja motor induksi tiga phasa.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui model rangkaian menggunakan software matlab dengan metode PID terhadap motor induksi tiga phasa
2. Mengetahui perubahan terhadap kecepatan motor induksi tiga phasa dengan menggunakan PID dan tanpa PID.
3. Meningkatkan kestabilan kecepatan motor induksi tiga phasa dengan mengimplementasikan metode PID