

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat *Coil winder* otomatis yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat *Coil winder* otomatis berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan direalisasikan untuk melakukan proses penggulangan kawat tembaga email secara otomatis dengan pengaturan jumlah lilitan melalui antarmuka LCD dan tombol *input*. Sistem mampu mengendalikan motor pemutar spool dan motor pengarah kawat secara terkoordinasi selama proses *winding* berlangsung.
2. Hasil pengujian resistansi menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan *Coil* dengan tingkat konsistensi yang baik. Pada pengujian menggunakan kawat tembaga email diameter 0,15 mm merk A diperoleh rata-rata resistansi sebesar 64,48 Ω dengan standar deviasi sebesar 0,67 Ω , sedangkan pada kawat tembaga email diameter 0,15 mm merk B diperoleh rata-rata resistansi sebesar 66,69 Ω dengan standar deviasi sebesar 0,47 Ω . Pengujian menggunakan kawat tembaga email diameter 0,30 mm menghasilkan nilai resistansi sebesar 5,0 Ω pada seluruh sampel dengan standar deviasi sebesar 0 Ω .
3. Hasil pengujian distribusi *Coil* menunjukkan bahwa sistem pengarah kawat mampu menghasilkan distribusi lilitan yang relatif seragam pada seluruh titik pengukuran. Nilai standar deviasi distribusi *Coil* pada seluruh kelompok pengujian berada di bawah 0,5 mm, yang menunjukkan bahwa variasi diameter *Coil* antar pengujian relatif kecil dan proses *winding* berlangsung secara konsisten.
4. Berdasarkan analisis ketelitian distribusi *Coil* menggunakan metode Coefficient of Variation (CV), diperoleh nilai ketelitian rata-rata sebesar 98,57% pada kawat tembaga email diameter 0,15 mm merk A, 99,31% pada kawat tembaga email

diameter 0,15 mm merk B, dan 98,80% pada kawat tembaga email diameter 0,30 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat ketelitian distribusi lilitan yang tinggi dengan nilai ketelitian di atas 98% pada seluruh kelompok pengujian.

5. Secara keseluruhan, alat *Coil winder* otomatis yang dirancang telah mampu menghasilkan proses *winding* yang berulang, konsisten, dan memiliki tingkat ketelitian yang baik pada berbagai jenis dan diameter kawat tembaga email yang digunakan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa pengembangan yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk meningkatkan performa alat *Coil winder* otomatis, yaitu:

1. Menambahkan sistem pengatur tegangan kawat (*wire tensioner*) agar tegangan kawat selama proses *winding* tetap konstan. Penggunaan sistem tensioner dapat membantu meningkatkan kerapatan dan keseragaman distribusi lilitan serta mengurangi kemungkinan terjadinya penumpukan lilitan pada titik tertentu.
2. Menggunakan driver motor stepper dengan pengaturan mikrostep (*microstepping*) yang lebih tinggi sehingga pergerakan motor pengarah kawat menjadi lebih halus dan akurat. Hal ini dapat meningkatkan kualitas distribusi lilitan terutama pada penggunaan kawat dengan diameter kecil.
3. Menambahkan sistem kalibrasi otomatis antara motor pemutar spool dan motor pengarah kawat sehingga sinkronisasi kedua motor dapat dipertahankan secara optimal pada berbagai diameter kawat dan jumlah lilitan.
4. Menambahkan sensor penghitung lilitan independen, seperti sensor optik atau sensor encoder, sehingga jumlah lilitan aktual dapat diverifikasi secara langsung dan tingkat akurasi *winding* dapat dievaluasi dengan lebih baik.

5. Mengembangkan algoritma pengendalian yang mampu menyesuaikan kecepatan motor secara dinamis berdasarkan diameter kawat dan posisi distribusi lilitan. Dengan demikian, proses *winding* dapat berlangsung lebih stabil dan menghasilkan distribusi *Coil* yang lebih merata.
6. Melakukan pengujian pada variasi diameter kawat, jumlah lilitan, dan ukuran spool yang lebih beragam untuk mengetahui batas kemampuan alat serta meningkatkan fleksibilitas penggunaannya pada berbagai kebutuhan aplikasi.
7. Mengembangkan sistem antarmuka pengguna yang lebih lengkap, misalnya dengan penyimpanan parameter *winding*, pemilihan jenis kawat, dan pemantauan proses *winding* secara real-time untuk meningkatkan kemudahan penggunaan alat.

Dengan adanya pengembangan tersebut, diharapkan alat *Coil winder* otomatis dapat menghasilkan kualitas *winding* yang lebih baik, memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, serta mampu digunakan pada berbagai kebutuhan produksi maupun penelitian di bidang elektronika dan elektromagnetik.