

Implementation of a 350W BLDC Motor to Increase the Speed of Fire Hose Winding

Implementasi Motor BLDC 350W Untuk Meningkatkan Kecepatan Penggulungan Selang Pemadam Kebakaran

Mochamad Wildan Karyono Putra¹⁾, Izza Anshory²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: izzaanshory@umsida.ac.id

Abstract. *The effective management of fire hoses is critical for ensuring rapid and efficient response in emergency situations. This study explores the implementation of a 350W Brushless DC (BLDC) motor for improving the speed and efficiency of fire hose retraction systems. The research aims to enhance the performance of fire hose reels by replacing conventional methods with a more advanced motor-driven system. The methodology involves an experimental approach with phases including design, implementation, testing, and data analysis. The system was evaluated under various conditions, including both unloaded and loaded states with water. Results indicate that while the BLDC motor significantly improves retraction speed compared to conventional methods, its performance is affected by additional load, showing the need for further optimization. This research contributes to the development of more efficient fire safety equipment, providing valuable insights into the integration of advanced motor technologies in critical response systems.*

Keywords - Brushless DC Motor, Fire Hose Retraction, Motor Efficiency, Fire Safety Equipment, Experimental Evaluation, Load Testing

Abstrak. *Manajemen selang pemadam kebakaran yang efektif sangat penting untuk memastikan respons yang cepat dan efisien dalam situasi darurat. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan motor DC tanpa sikat (BLDC) 350W untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi sistem penarikan selang pemadam kebakaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja reel selang pemadam kebakaran dengan menggantikan metode konvensional dengan sistem yang lebih maju berbasis motor. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan eksperimental dengan beberapa fase, termasuk desain, implementasi, pengujian, dan analisis data. Sistem dievaluasi dalam berbagai kondisi, termasuk dalam keadaan tidak terisi dan terisi air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun motor BLDC secara signifikan meningkatkan kecepatan penarikan dibandingkan dengan metode konvensional, kinerjanya dipengaruhi oleh beban tambahan, yang menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan peralatan keselamatan kebakaran yang lebih efisien, serta memberikan wawasan berharga tentang integrasi teknologi motor maju dalam sistem respons kritis.*

Kata Kunci - Motor DC Tanpa Sikat, Penarikan Selang Pemadam Kebakaran, Efisiensi Motor, Peralatan Keselamatan Kebakaran, Evaluasi Eksperimental, Pengujian Beban.

I. PENDAHULUAN

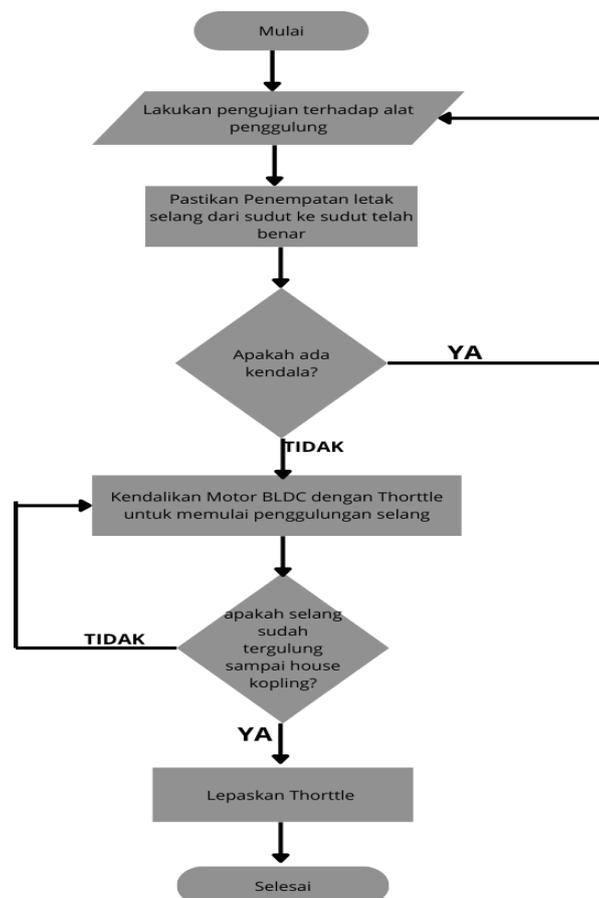
Sistem pemadam kebakaran merupakan elemen krusial dalam menjaga keselamatan di berbagai fasilitas seperti industri, perkantoran, dan perumahan [1]. Efektivitas sistem ini sangat bergantung pada fungsi optimal setiap komponennya, termasuk mekanisme penggulungan selang yang harus dilakukan dengan cepat dan rapi untuk kesiapan darurat selanjutnya [2]. Proses manual atau penggunaan motor konvensional saat ini sering kali tidak efisien, mengakibatkan keterlambatan dan potensi risiko [3].

Motor Brushless DC (BLDC) [4] menawarkan solusi inovatif dengan efisiensi tinggi, daya tahan, dan kontrol presisi yang dapat memperbaiki proses penggulungan selang. Implementasi motor BLDC 350W diharapkan dapat meningkatkan kecepatan dan keandalan penggulungan selang, serta memperbaiki kesiapan sistem pemadam kebakaran secara keseluruhan [5]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang sistem penggulungan menggunakan motor BLDC, serta mengevaluasi perbandingan kinerjanya dengan sistem yang ada. Penelitian ini akan mencakup perancangan alat penggulung selang dan implementasi motor BLDC 350W untuk meningkatkan kecepatan penggulungan selang pada sistem pemadam kebakaran. Hasil diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi operasional dan kesiapan sistem pemadam kebakaran, serta mempermudah anggota pemadam dalam proses penggulungan.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental [6] [7] untuk mengevaluasi efektivitas motor BLDC 350W dalam meningkatkan kecepatan penggulungan selang pada sistem pemadam kebakaran. Proses penelitian mencakup tahapan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis data. Tahap perancangan melibatkan identifikasi kebutuhan, desain sistem, dan pengembangan kontrol, sedangkan implementasi mencakup pemasangan motor dan integrasi sistem kontrol [8]. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kecepatan, efisiensi energi, dan keandalan sistem, serta diikuti dengan analisis data untuk menyimpulkan hasil penelitian [9].

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat penggulung selang dengan motor BLDC 350W meliputi solder, obeng, kunci pas, las, dan timah untuk alat; serta motor BLDC 350W, selang pemadam, troli, besi hollow, gas throttle, kabel, dan sikat baju sebagai bahan. Perancangan sistem mencakup mekanikal, elektrik, dan sistem kontrol untuk mengoptimalkan kinerja motor BLDC dalam penggulungan selang. Blok diagram sistem menunjukkan hubungan antara komponen utama, termasuk motor, kontroler, dan sensor, untuk memudahkan pemahaman alur kerja sistem.



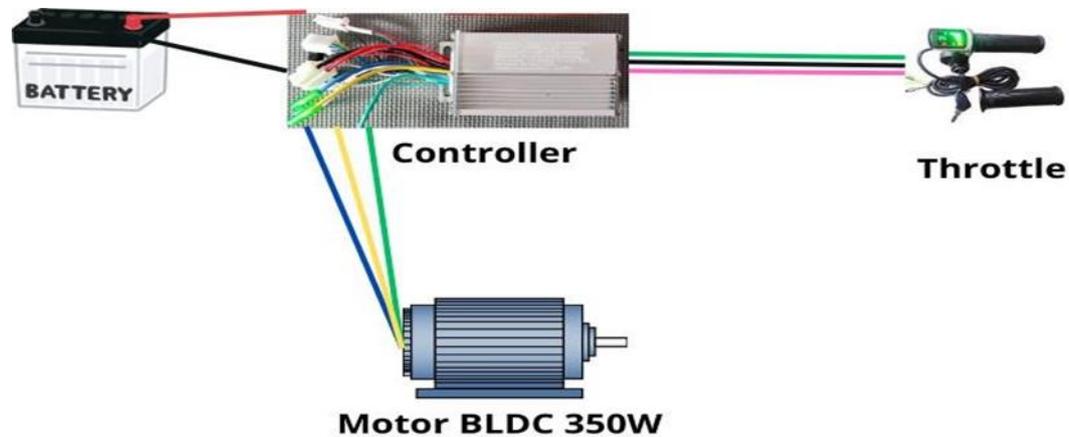
Gambar 1. Framework

Langkah-langkah dalam alur proses penggulungan selang adalah sebagai berikut: Program dimulai, kemudian dilakukan pengujian untuk memastikan alat penggulung berfungsi dengan baik. Pastikan selang ditempatkan dengan benar dari sudut ke sudut untuk memudahkan penggulungan. Kendalikan motor BLDC menggunakan throttle untuk memulai penggulungan; tarik throttle untuk mengoperasikan motor dan menggulung selang. Setelah selang tergulung sepenuhnya, lepaskan throttle untuk menghentikan motor.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Perangkat Keras

Rangkaian perangkat keras melibatkan konfigurasi fisik dan sambungan antar komponen. Ini mencakup penempatan motor BLDC, controller, power input dan pengaturan kabel untuk menghubungkan setiap komponen.



Gambar 2. Rangkaian Perangkat Keras

Perancangan sistem ini mengintegrasikan motor BLDC 350W dengan sumber daya dari aki 24V. Sistem ini menggunakan controller sebagai pusat pengendali yang menerima suplai daya dari aki dan menghasilkan sinyal input 3-phase yang diperlukan untuk mengoperasikan motor BLDC. Motor ini berfungsi untuk menggulung selang pemadam kebakaran secara efisien. Throttle digunakan sebagai perangkat kontrol yang mengatur kecepatan putaran motor (RPM); motor akan berhenti beroperasi ketika throttle dilepaskan, memastikan proses penggulungan selang dapat dihentikan dengan cepat dan tepat sesuai kebutuhan. Sistem ini menggabungkan komponen-komponen tersebut untuk mencapai efisiensi dan kontrol yang optimal dalam penggulungan selang pemadam kebakaran.

B. Pengujian Kecepatan Penggulungan Selang

Pengujian kecepatan penggulungan selang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas motor BLDC 350W dalam proses penggulungan selang pemadam kebakaran di bawah berbagai kondisi beban. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menentukan seberapa baik motor BLDC meningkatkan kecepatan penggulungan dibandingkan dengan sistem penggulungan konvensional. Prosedur pengujian terdiri dari beberapa tahapan penting yang memastikan hasil yang akurat dan representatif.

C. Persiapan Alat dan Sistem

Sebelum memulai pengujian, langkah pertama adalah memastikan bahwa semua alat dan bahan yang diperlukan telah siap dan terpasang dengan benar. Ini mencakup pemasangan motor BLDC, controller, dan komponen lainnya sesuai dengan desain sistem. Lakukan uji coba awal untuk memastikan bahwa motor BLDC dan controller berfungsi dengan baik, termasuk pemeriksaan koneksi listrik dan pengaturan kontrol. Pastikan juga panjang selang yang akan diuji sudah diatur dengan tepat; misalnya, menggunakan selang sepanjang 20 meter untuk mendapatkan data yang konsisten. Persiapan ini penting untuk memastikan bahwa sistem bekerja dengan baik dan memberikan hasil yang akurat selama pengujian.

D. Pengujian Tanpa Beban

Pengujian tanpa beban dilakukan untuk mengukur kecepatan penggulungan selang saat sistem tidak mengalami tambahan beban. Jalankan sistem penggulungan dengan selang yang sudah terpasang namun tanpa beban tambahan. Gunakan stopwatch untuk mengukur waktu yang dibutuhkan motor BLDC untuk menggulung selang sepanjang 20 meter dari posisi awal hingga selang tergulung sepenuhnya. Catat waktu yang diperoleh dengan teliti untuk analisis lebih lanjut. Data ini akan memberikan informasi dasar mengenai kecepatan penggulungan motor BLDC dalam kondisi ideal tanpa gangguan tambahan.

E. Pengujian dengan Beban

Selanjutnya, lakukan pengujian dengan beban untuk menilai performa motor BLDC dalam kondisi yang lebih mendekati situasi nyata. Tambahkan beban pada selang, seperti 5 kg, 10 kg, dan 15 kg, untuk mensimulasikan berbagai kondisi operasional. Jalankan sistem penggulungan dengan beban yang telah ditambahkan dan ukur waktu yang

dibutuhkan untuk menggulung selang sepanjang 20 meter pada setiap tingkat beban. Catat waktu yang diperoleh untuk setiap beban dengan hati-hati, karena data ini akan menunjukkan bagaimana motor BLDC menangani berbagai tingkat beban dan bagaimana kecepatan penggulangan terpengaruh.

F. Perhitungan Kecepatan Penggulangan

Setelah pengujian selesai, hitung kecepatan penggulangan selang berdasarkan waktu yang dicatat untuk setiap kondisi pengujian. Kecepatan penggulangan dapat dihitung dengan membagi panjang selang (20 meter) dengan waktu yang dibutuhkan untuk menggulung selang tersebut. Bandingkan hasil kecepatan penggulangan dengan sistem penggulangan konvensional untuk menilai peningkatan yang dicapai dengan menggunakan motor BLDC. Analisis ini akan memberikan wawasan tentang efisiensi dan keunggulan sistem penggulangan baru dibandingkan dengan metode yang ada sebelumnya.

Tabel 1. Perhitungan Kecepatan Penggulangan Selang Ukuran 1,5 (Tanpa Beban)

No	Panjang Selang (M)	Kecepatan Penggulangan Menggunakan Alat	Kecepatan Penggulangan Dilakukan Manual
1.	20	15,03 detik	52.09 detik
2.	30	22,19 detik	59.65detik

Tabel 2. Perhitungan Kecepatan Penggulangan Selang Ukuran 2,5 (Tanpa Beban)

No	Panjang Selang (M)	Kecepatan Penggulangan Menggunakan Alat	Kecepatan Penggulangan Dilakukan Manual
1.	20	24,09 detik	1 menit
2.	30	36,05 detik	1,20 menit

Dari data tersebut, terlihat bahwa alat dengan motor BLDC mampu menggulung selang sepanjang 20 meter dalam waktu 15,03 detik, yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode manual yang memerlukan waktu 52,09 detik. Peningkatan efisiensi ini menjadi lebih signifikan saat panjang selang ditingkatkan menjadi 30 meter, dengan waktu penggulangan menggunakan alat mencapai 22,19 detik dibandingkan dengan 59,65 detik secara manual. Hal ini menunjukkan bahwa motor BLDC secara konsisten memberikan kecepatan penggulangan yang lebih baik dibandingkan dengan metode manual, bahkan pada panjang selang yang lebih besar.

Pada ukuran selang 2,5 meter, kecepatan penggulangan menggunakan alat juga lebih efisien dibandingkan metode manual. Untuk panjang selang 20 meter, waktu penggulangan dengan motor BLDC adalah 24,09 detik, sementara metode manual memerlukan 60 detik. Pada panjang selang 30 meter, motor BLDC menggulung selang dalam 36,05 detik dibandingkan dengan 72 detik secara manual. Meskipun perbedaan waktu dalam ukuran selang 2,5 meter sedikit lebih besar dibandingkan dengan ukuran 1,5 meter, motor BLDC tetap menunjukkan kinerja yang superior dalam hal kecepatan penggulangan.

Hasil dari kedua tabel menunjukkan bahwa penggunaan motor BLDC secara signifikan meningkatkan kecepatan penggulangan selang dibandingkan dengan metode manual. Pada ukuran selang 1,5 meter dan 2,5 meter, alat yang dilengkapi motor BLDC secara konsisten menunjukkan waktu penggulangan yang jauh lebih singkat, dengan peningkatan efisiensi yang mencolok seiring bertambahnya panjang selang. Peningkatan efisiensi ini disebabkan oleh kemampuan motor BLDC untuk menyediakan tenaga yang lebih stabil dan kontrol yang lebih presisi dalam proses penggulangan selang. Motor BLDC menawarkan kecepatan rotasi yang dapat dikendalikan dengan lebih baik dibandingkan motor konvensional, serta mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menggulung selang secara manual yang memerlukan tenaga fisik dan waktu lebih lama.

Tabel 3. Perhitungan Kecepatan Penggulangan Selang Ukuran 1,5 (Dengan Beban)

No	Ukuran Selang	Panjang Selang (M)	Kecepatan Penggulangan Dengan Beban Air	Kecepatan Penggulangan Dilakukan Manual
1.	1,5	30	Terdapat air	4.05menit
2.	2,5	30	Terdapat air	3.49 menit

Tabel 4. Perhitungan Kecepatan Penggulangan Selang Ukuran 2,5 (Dengan Beban)

No	Ukuran Selang	Panjang Selang (M)	Kecepatan Penggulangan Dengan Beban Air	Kecepatan Penggulangan Menggunakan Alat
1.	1,5	30	Terdapat air	2.39 menit
2.	2,5	30	Terdapat air	1.58 menit

Dalam tabel ini, terlihat bahwa kecepatan penggulungan dengan selang yang diberi beban air menggunakan alat motor BLDC adalah 4,05 menit, sedangkan metode manual memerlukan waktu 3,49 menit. Meskipun hasil penggulungan manual sedikit lebih cepat pada kondisi ini, perbedaan tidak terlalu mencolok. Hal ini dapat disebabkan oleh beban air yang memberikan tambahan resistansi pada sistem penggulungan, mempengaruhi performa motor BLDC.

Dalam kondisi ini, sistem penggulungan menggunakan motor BLDC menunjukkan waktu penggulungan 2,39 menit, sedangkan metode manual memerlukan waktu 1,58 menit. Perbedaan ini menunjukkan bahwa meskipun alat motor BLDC menunjukkan peningkatan kecepatan penggulungan yang signifikan dalam kondisi tanpa beban, efisiensinya berkurang saat beban air ditambahkan. Pengujian ini mencerminkan tantangan tambahan yang dihadapi oleh sistem motor BLDC ketika menangani beban tambahan, yang dapat mempengaruhi kecepatannya dalam kondisi operasional nyata.

Hasil dari Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa meskipun motor BLDC menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dalam kondisi tanpa beban, performanya dapat terpengaruh saat beban air ditambahkan pada selang. Pada ukuran selang 1,5 meter, penggulungan dengan beban air menggunakan motor BLDC memerlukan waktu sedikit lebih lama dibandingkan dengan metode manual. Namun, pada ukuran selang 2,5 meter, motor BLDC memperlihatkan waktu penggulungan yang lebih lambat dibandingkan metode manual. Ini menunjukkan bahwa beban air memberikan tantangan tambahan yang harus diatasi oleh motor BLDC, yang mungkin mempengaruhi kemampuannya untuk mempertahankan kecepatan penggulungan yang sama seperti saat tanpa beban.

Peningkatan waktu penggulungan dalam kondisi beban menunjukkan bahwa meskipun motor BLDC meningkatkan efisiensi dalam kondisi tanpa beban, perlu adanya optimasi lebih lanjut untuk menghadapi beban tambahan. Faktor-faktor seperti torsi motor, kemampuan pengendalian beban, dan pengaturan sistem kontrol mungkin perlu diperhatikan untuk meningkatkan performa alat dalam kondisi beban berat.



Gambar 3. Alat



Gambar 4. Simulasi Penggulungan



Gambar 5. Rancangan Motor

VII. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi motor BLDC 350W secara signifikan meningkatkan kecepatan penggulungan selang pada sistem pemadam kebakaran. Dengan menggunakan motor BLDC, proses penggulungan selang menjadi lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan metode manual atau motor konvensional. Penelitian ini juga menemukan bahwa sistem baru menawarkan efisiensi energi yang lebih baik dan keandalan yang lebih tinggi dalam kondisi darurat.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian dalam skala lebih besar dan berbagai kondisi lingkungan untuk menguji ketahanan sistem secara menyeluruh. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi teknologi tambahan untuk meningkatkan performa dan fungsionalitas sistem penggulungan selang.

REFERENSI

- [1] S. Ramadina and M. Ibad, "Peningkatan Keselamatan di Rumah Sakit melalui APAR dengan Teknologi (Literatur Review)," *INSOLOGI J. Sains Dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 206–214, 2024.
- [2] R. A. Kowara, "Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Sebagai Upaya Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran," *J. Manaj. Kesehat. Yayasan RS Dr Soetomo*, vol. 3, no. 1, pp. 69–84, 2017.
- [3] P. Hargiyarto, "Pencegahan dan pemadaman kebakaran," *Univ. Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.*, 2003, Accessed: Sep. 25, 2024. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/11061755.pdf>
- [4] M. R. Hazari, E. Jahan, M. E. Siraj, M. T. I. Khan, and A. M. Saleque, "Design of a Brushless DC (BLDC) motor controller," in *2014 International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology*, IEEE, 2014, pp. 1–6. Accessed: Sep. 25, 2024. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6919048/>
- [5] S. Sariman and N. Andrian, "Analisa Kapasitas Outrunner Motor BLDC sebagai Penggerak Mini Water Pump dengan Baterai 12 Volt Dari Sumber Energi Matahari," *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 6, pp. 1149–1166, 2021.
- [6] M. Ramdhan, *Metode penelitian*. Cipta Media Nusantara, 2021.
- [7] A. Jaedun, "Metodologi penelitian eksperimen," *Fak. Tek. UNY*, vol. 12, 2011.
- [8] Z. M. Nasution, D. Y. Sari, R. A. Nabawi, and R. Rifelino, "Metode Perancangan Produk Dalam Teknik Mesin," *J. Vokasi Mek.*, vol. 4, no. 3, pp. 20–29, 2022.
- [9] M. Anshori and S. Iswati, *Metodologi penelitian kuantitatif: edisi 1*. Airlangga University Press, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.