

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senapan angin *Pre-Charge Pneumatics (PCP)* merupakan jenis senjata yang menggunakan tekanan angin sebagai pendorong proyektil dari senapan angin itu sendiri. Senapan angin merupakan senjata yang menggunakan prinsip pneumatik. Sistem penembakan pelurunya menggunakan tekanan dari udara yang di mampatkan, berbeda dengan senjata api yang menggunakan propelan yang merupakan campuran beberapa unsur kimia dan kapas (58% *nitroglycerine*, 37% *guncotton* and 3% *mineral jelly*) sebagai pendorongnya (H. S. KNAPP. 1893). Namun, proses pengisian tekanan (pemompaan) pada sebagian besar senapan angin masih dilakukan secara manual menggunakan pompa tangan atau *foot pump*. Cara ini tidak hanya melelahkan, tetapi juga memerlukan waktu yang cukup lama, terutama ketika mengisi tekanan tinggi hingga 3000 *psi*. Kondisi ini menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna, serta dapat menurunkan efisiensi, terlebih dalam kondisi darurat atau ketika harus melakukan pengisian berulang.

Tantangan dalam proses pemompaan ini semakin relevan karena meningkatnya popularitas senapan angin di kalangan masyarakat, baik sebagai alat olahraga maupun koleksi. Sebagian pengguna bahkan telah memodifikasi peralatan mereka agar dapat digunakan lebih intensif, yang otomatis membutuhkan sistem pengisian udara yang lebih efisien. Keterbatasan alat pompa manual menjadi hambatan utama dalam mendukung kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi teknologi yang dapat menggantikan peran pompa manual dengan sistem yang otomatis, cepat, dan aman, sekaligus tetap terjangkau bagi pengguna umum. Pemanfaatan sistem berbasis mikrokontroler menjadi pendekatan yang sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan ini.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi mikrokontroler seperti Arduino semakin banyak diterapkan dalam sistem otomasi karena fleksibilitasnya dalam mengendalikan perangkat mekanik dan sensor secara simultan. Dengan mengintegrasikan sistem aktuator seperti motor *Direct Current (DC)*, serta logika

kontrol berbasis pemrograman, dimungkinkan untuk merancang alat pompa otomatis. Sistem ini akan mampu mengisi udara hingga tekanan yang ditentukan dan berhenti secara otomatis tanpa campur tangan pengguna, sehingga dapat meminimalisir risiko *overpressure* maupun pemborosan energi. Selain itu, fitur tambahan seperti indikator tekanan, dan shutdown otomatis dapat diintegrasikan untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan dalam penggunaan.

Beberapa penelitian dan eksperimen mandiri telah dilakukan oleh komunitas pecinta senapan angin dan pelaku industri hobi, namun kebanyakan masih dalam bentuk prototipe sederhana yang belum teruji secara menyeluruh. Penelitian relevan sebelumnya telah dilakukan pada sistem tekanan otomatis berbasis mikrokontroler. Umar dkk. (2023) mengembangkan sistem kendali tekanan pneumatik berbasis sensor dan mikrokontroler dengan hasil kendali tekanan yang cukup presisi, namun belum diimplementasikan khusus untuk senapan angin. Penelitian oleh Shaleh, Bani, dan Sudarsono (2022) berhasil merancang alat pengukur tekanan udara dengan sensor digital berbasis Arduino, yang mampu memberikan peringatan saat tekanan melebihi ambang batas tertentu. Sementara itu, Akhsani (2023) menerapkan metode Kalman Filter dalam sistem pembacaan tekanan udara pada kompresor untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas, yang sangat relevan untuk mendukung keandalan sistem kontrol otomatis. Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan merancang alat pompa otomatis yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mempertimbangkan aspek keamanan, dan efisiensi energi. Dengan pendekatan sistematis, diharapkan alat ini dapat digunakan oleh berbagai kalangan, mulai dari pengguna rumahan hingga industri kecil.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan prototipe pompa senapan angin otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu mengisi tekanan udara hingga batas yang telah ditentukan, serta menghentikan proses pemompaan secara otomatis. Inovasi utama dari alat ini terletak pada sistem kontrol tertutup berbasis penggerak motor yang stabil, serta desain modular yang memudahkan proses perakitan dan pemeliharaan.

Penelitian ini juga menekankan penggunaan baterai *DC* sebagai sumber daya utama, yang memungkinkan sistem beroperasi secara portabel dan mandiri tanpa

ketergantungan pada listrik rumah tangga Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dengan demikian, alat ini sangat cocok digunakan di lapangan atau pada kondisi terbatas daya listrik. Ruang lingkup penelitian meliputi tahapan desain sistem mekanik dan elektronik, perakitan komponen, pemrograman logika kontrol, serta pengujian performa terhadap berbagai skenario pemompaan, termasuk efektivitas pengisian tekanan, efisiensi konsumsi daya baterai, dan ketahanan sistem dalam penggunaan berulang.

Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi otomasi yang praktis dan efisien, tetapi juga dapat menjadi alternatif solusi dalam industri peralatan senapan angin lokal yang ramah pengguna, portabel, dan hemat energi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem pompa otomatis untuk senapan angin *PCP* yang dapat bekerja secara aman?
2. Bagaimana merancang sistem serta *display* mekanik yang diperlukan untuk membangun sistem pompa berbasis mikrokontroler?
3. Bagaimana sistem pengendali mikrokontroler dapat mengatur proses pengisian angin secara efisien?
4. Sejauh mana sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan kenyamanan menggunakan baterai dibandingkan metode pemompaan manual?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem pompa hanya dirancang untuk senapan angin jenis *Pre-Charged Pneumatic (PCP)*.
2. Tekanan maksimum yang dapat diatur dalam sistem adalah 3.000 *psi*.
3. Sistem pengisian udara menggunakan pompa dimana motor *DC* elektrik sebagai penggerak utamanya, bukan kompresor udara industri.

4. Pengujian hanya dilakukan pada beberapa unit senapan dengan spesifikasi yang menggunakan pengisian udara maksimal 3.000 *psi*.
5. Pengujian hanya dilakukan pada beberapa unit senapan dengan spesifikasi tekanan awal disenapan minimal 1.000 *psi*.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

1. Mengembangkan alat pompa senapan angin berbasis mikrokontroler.
2. Menerapkan logika kontrol otomatis untuk mengatur kerja pompa secara efisien.
3. Menguji kinerja alat dari aspek efisiensi waktu, kestabilan tekanan, dan keamanan sistem, serta pengukuran tegangan baterai.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang mekatronika terapan, khususnya dalam perancangan sistem otomasi untuk aplikasi pengisian tekanan udara pada perangkat mekanik seperti senapan angin.
2. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengeksplorasi optimasi sistem pompa berbasis mikrokontroler, baik dari segi efisiensi, maupun aspek keamanan penggunaan.
3. Membantu pelaku industri senapan angin skala kecil dan menengah, serta komunitas pengguna individu, dalam meningkatkan kenyamanan, mengurangi ketergantungan pada metode manual, dan mempercepat proses pengisian tekanan secara stabil dan konsisten.
4. Menjadi acuan bagi lembaga atau instansi pengembangan teknologi tepat guna dalam merancang alat bantu otomasi di sektor hobi, rekreasi, dan industri kreatif berbasis teknologi kontrol.