

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesat, demikian pula dengan perkembangan teknologi elektronika. Robotika merupakan bukti peradaban manusia yang semakin maju dari waktu ke waktu. Wujud robot bukan hanya sebuah bentuk yang menyerupai manusia atau binatang tertentu, melainkan bergerak menyerupai bentuk yang ditirunya. Kemampuan robot dalam menyelesaikan misinya sangat diperhitungkan, untuk itu diperlukan sistem navigasi yang handal sehingga dapat menunjang kinerja optimum robot. Pengontrolan robot tidak lepas dari suatu sistem kendali yang dapat mengolah sinyal yang diterima agar menjadi suatu perintah yang dapat menggerakkan robot dan melakukan tugas sesuai dengan yang diinginkan (Gultom dkk., 2024)

Kota Padang, sebagai pusat kegiatan ekonomi di Sumatera Barat, memiliki jumlah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum yang cukup banyak. Menurut PT PERTAMINA (PERSERO) Provinsi Sumatra Barat (2020), jumlah SPBU di Kota Padang berjumlah 25 unit. Aktivitas ekonomi yang tinggi ini secara langsung meningkatkan potensi risiko kebakaran di wilayah Kota Padang. Oleh karena itu, penerapan sistem keamanan kebakaran yang efektif dan efisien di setiap SPBU di Kota Padang menjadi sangat penting untuk meminimalkan potensi bahaya dan kerugian akibat kebakaran.

Potensi terjadinya kebakaran pada proses kegiatan ataupun penyimpanan bahan kimia dari kegiatan industri minyak tidak terlepas dari bahaya dan risiko yang ditimbulkan. Kebakaran menjadi hal yang menakutkan bagi industri, pelaku

usaha dan masyarakat, karena akibat yang ditimbulkan sangat merugikan. Kerugian yang didapat berupa kerusakan bahkan kehancuran properti aset, juga dapat menyebabkan cedera dan jatuhnya korban jiwa. (Shafawardahni dkk., 2024)

Dalam kasus kebakaran yang terjadi, pastinya memiliki risiko yang sangat tinggi bagi para petugas pemadam kebakaran, bahkan jika kondisi api yang semakin membesar dan menyebar. Hal itu menyebabkan para petugas pemadam kebakaran akan kesulitan untuk memadamkan api yang sulit dijangkau oleh alat pemadam kebakaran. Oleh karena itu, perlu diciptakan suatu alat yang dapat mempermudah para petugas pemadam kebakaran dalam membantu pemadaman api, tanpa menyebabkan adanya risiko cedera atau risiko kecelakaan kerja bagi para petugas pemadam kebakaran. (Muddin dkk., 2022).

Pemilihan Arduino Mega 2560 didasarkan pada kemampuannya dalam memproses data dari berbagai sensor, mengontrol aktuator seperti motor penggerak dan pompa air, serta kemudahan dalam pemrograman dan pengembangan prototipe. Implementasi pada konteks SPBU Kota Padang diharapkan dapat memberikan solusi yang relevan dan efektif dalam meningkatkan sistem keamanan kebakaran di wilayah tersebut. Arduino Mega2560 dibuat menggunakan ATmega2560. Arduino ini dibekali dengan prosesor ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O, 16 *pin analog input*, 4 pin UART, 2x3 pin ICSP, dan kabel USB komputer yang digunakan untuk sumber masuknya tegangan ke Arduino (Aulia dkk., 2021).

Penelitian terdahulu yang menjadi landasan penelitian ini, seperti penelitian yang dilakukan oleh Rahman dkk., (2024) dengan judul “Rancang Bangun Model Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler dan IOT”. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa robot mampu mendeteksi keberadaan api dengan akurat dan

menyiram api dengan efektif dalam waktu yang relatif singkat, yang mengindikasikan potensi besar robotika dalam penanggulangan kebakaran untuk mengurangi risiko dan meningkatkan efisiensi operasional. Sementara itu, Muddin dkk. (2022) mengembangkan robot pemadam berbasis *wall follower* yang dilengkapi sistem kendali untuk menjelajah secara otomatis, menghindari rintangan, dan menyemburkan air ke sumber api.

Namun, sebagian besar robot yang dirancang dalam penelitian terdahulu menggunakan pendekatan navigasi acak (*random search*) atau *wall follower*, yang cenderung membutuhkan ruang luas dan pemrosesan lintasan yang kompleks. Dalam konteks lingkungan SPBU yang padat dan berpola jalur tetap, dibutuhkan sistem navigasi yang lebih sederhana, terstruktur, dan presisi, salah satunya adalah navigasi berbasis *line follower*.

Oleh karena itu, penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena mengimplementasikan sistem navigasi *line follower* untuk mengarahkan pergerakan robot secara sistematis mengikuti jalur yang telah ditentukan. Sistem ini dirancang agar robot dapat bergerak secara otomatis mengikuti garis sebagai lintasan utama menuju titik api, dengan harapan meningkatkan keakuratan gerak, mempercepat waktu bereaksi, dan mempermudah pengujian serta pengendalian robot di lingkungan yang terbatas seperti SPBU.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *prototype* robot pemadam kebakaran otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dengan sistem navigasi *line follower*, yang secara spesifik ditujukan untuk mendeteksi dan memadamkan api di lingkungan simulasi SPBU Kota Padang.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa robot pemadam kebakaran otomatis dapat diterapkan sebagai alat yang efektif dalam mengurangi risiko dan mempercepat penanganan kebakaran, terutama di lingkungan berisiko tinggi seperti SPBU.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk merancang robot pemadam kebakaran otomatis yang diharapkan dapat membantu dan juga meringankan jika suatu saat terjadi kebakaran pada SPBU. Robot ini akan bekerja jika menerima *input* gas >500, jika gas <500 maka robot tetap dalam posisi siaga. Robot ini juga dilengkapi *servo* yang berfungsi sebagai pengarah semprotan air ke titik api yang dituju, juga dilengkapi sensor ultrasonik untuk pendeteksian jarak rintangan serta sensor line follower agar robot dapat mengikuti garis yang telah ditentukan. Penelitian ini berjudul **“IMPLEMENTASI ROBOT PEMADAM KEBAKARAN OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560 PADA SPBU KOTA PADANG”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan robot pemadam kebakaran otomatis yang efektif menggunakan Arduino Mega 2560 untuk mendeteksi dan memadamkan kebakaran?
2. Bagaimana kinerja sensor pendeteksi api dan sistem pemadam pada robot pemadam kebakaran otomatis dalam mendeteksi dan memadamkan kebakaran di lingkungan SPBU?

3. Bagaimana efektivitas dan efisiensi robot pemadam kebakaran otomatis dibandingkan dengan sistem pemadam kebakaran konvensional yang ada di SPBU Kota Padang?
4. Bagaimana cara mengimplementasikan *array* sensor IR sebagai *line follower* pada robot pemadam kebakaran otomatis agar robot dapat menavigasi jalur evakuasi atau jalur menuju sumber api di area SPBU Kota Padang dengan efektif?
5. Bagaimana cara mengintegrasikan *water pump* mini dengan sumber daya robot agar dapat beroperasi secara efisien dan memberikan tekanan air yang memadai untuk pemadaman?
6. Bagaimana cara mengintegrasikan motor *servo* dengan sistem penyemprotan air robot agar dapat mengarahkan *nozzle* ke berbagai sudut secara presisi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, beberapa batasan masalah ditetapkan yaitu:

1. Bentuk robot yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan *prototype* skala kecil, bukan robot dalam ukuran sebenarnya untuk aplikasi industri secara langsung.
2. Area pengujian dilakukan dalam lingkungan simulasi atau model yang mewakili karakteristik SPBU, bukan di lokasi SPBU aktif yang sedang beroperasi.
3. Penggunaan terbatas pada Arduino Mega 2560 dengan fokus pada pengolahan *input* dari sensor dan pengendalian aktuator.

4. Aktuator pemadam api menggunakan miniatur pompa air DC dengan tekanan rendah, disesuaikan dengan skala robot *prototype*.
5. Sistem kontrol bersifat otomatis, namun tidak mencakup teknologi *machine learning* atau kecerdasan buatan; hanya algoritma navigasi dan pemadaman berbasis logika pemrograman sederhana.
6. Durasi dan kapasitas operasional robot terbatas pada daya baterai dan ukuran tangki air yang kecil, disesuaikan dengan spesifikasi *prototype*.

1.4 Hipotesis

Dalam penelitian ini hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Robot pemadam kebakaran otomatis yang dirancang dengan Arduino Mega 2560 dapat mendeteksi dan memadamkan api secara efektif di lingkungan SPBU.
2. Sensor pendeteksi api dan sistem pemadam pada robot dapat bekerja dengan akurat dan responsif dalam mendeteksi keberadaan api serta memadamkannya secara cepat dan efisien.
3. Robot pemadam kebakaran otomatis memiliki efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan sistem pemadam kebakaran konvensional dalam merespons kebakaran di SPBU Kota Padang.
4. Penggunaan *array* sensor IR sebagai *line follower* mampu membantu robot menavigasi jalur evakuasi atau menuju sumber api secara tepat dan stabil di area SPBU.

5. Integrasi *water pump* mini dengan sumber daya robot dapat menghasilkan tekanan air yang cukup untuk proses pemadaman api secara efisien tanpa menguras daya secara berlebihan.
6. Integrasi motor *servo* dengan sistem penyemprotan air memungkinkan *nozzle* air diarahkan ke berbagai sudut secara presisi untuk memadamkan api dari berbagai posisi.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Memahami kebutuhan sistem pemadam kebakaran otomatis yang sesuai dengan karakteristik dan potensi risiko kebakaran di area SPBU Kota Padang.
2. Menganalisis sistem kerja robot pemadam kebakaran berbasis Arduino Mega 2560, termasuk sensor, aktuator, dan logika pengendali.
3. Merancang *prototype* robot pemadam kebakaran otomatis dengan spesifikasi teknis yang sesuai untuk mendeteksi dan memadamkan api secara mandiri.
4. Membangun *prototype* robot pemadam kebakaran berbasis Arduino Mega 2560 dengan integrasi sensor panas, motor penggerak, dan sistem penyemprotan air atau CO₂.
5. Menguji kinerja *prototype* robot dalam simulasi kebakaran ringan di lingkungan yang menyerupai kondisi SPBU, untuk menilai efektivitas deteksi api, kecepatan bereaksi, dan keberhasilan pemadaman.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

A. Bagi Penulis

1. Menambah wawasan dan pengetahuan penulis dalam bidang robotika, khususnya dalam pengetahuan robot pemadam kebakaran otomatis.
2. Dapat mengetahui dan memahami bagaimana cara yang efektif dalam mengatasi kebakaran pada area SPBU.

B. Bagi Program Studi

1. Penelitian ini diharapkan menjadi motivasi oleh mahasiswa dibidang komputer untuk memanfaatkan teknologi terbaru dan terus *up-to-date* ilmunya agar bermanfaat bagi lingkungan kerja maupun masyarakat.
2. Menambah referensi dalam literatur bagi mahasiswa yang berhubungan dengan Robotika dan Arduino MEGA.
3. Hasil akhir penelitian ini dapat dijadikan pedoman penelitian mahasiswa selanjutnya di jurusan Sistem Komputer

C. Bagi Masyarakat & Lingkungan Sekitar

1. Dapat melindungi Aset dan Infrastruktur pada area sekitar SPBU.
2. Mengurangi risiko bagi petugas pemadam kebakaran dalam menangani kebakaran di lingkungan SPBU.