

Modifikasi Sistem Sensor dan Struktur Prototype Robot Pendeteksi Api Untuk Deteksi Dini Ancaman Kebakaran

Rhiza S. Sadjad, Andani Ahmad, Indrabayu, Zaenab Muslimin, Fitriyanti Mayasari
Universitas Hasanuddin

Abstrak

Kebakaran merupakan suatu musibah besar yang banyak menimbulkan korban jiwa maupun material. Hal ini dapat diakibatkan oleh berbagai sebab, baik pencetus kebakaran itu sendiri maupun minimnya sistem peringatan dini dan lambatnya penanganan musibah. Alat pendeteksi dini kebakaran yang ada saat ini belum bekerja secara optimal dengan beberapa kasus false alarm dan berdampak pada daerah cakupan alat tersebut serta peringatan yang diberikan hanya berada pada sekitaran lokasi kebakaran sehingga untuk lokasi yang sedang tidak terduni, penanganan kebakaran menjadi sangat lambat.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk membuat suatu *prototype* robot yang dapat mendeteksi kebakaran dan memberikan peringatan dini melalui sms, sehingga untuk pengguna yang sedang tidak berada pada daerah terjadinya kebakaran ataupun untuk daerah yang sedang tidak berpenghuni, peringatan ini masih tetap diterima dan akan tetap ada langkah penanganan yang dapat dilakukan. Prototype yang akan dihasilkan juga dirancang untuk dapat memadamkan api pada titik sumber kebakaran.

Namun kekurangan dari prototype yang dihasilkan adalah terletak pada sensornya, dimana dari 3 sumber api yang diujicobakan, robot hanya mampu mendeteksi lilin sebagai sumber api. Hal ini disebabkan sensitifitas sensor yang masih perlu diperbaiki. Selain itu bahan robot yang berat bersifat boros baterai sehingga perlu untuk melakukan restrukturisasi atau dengan mengganti material dengan yang lebih ringan. Selanjutnya penelitian berikutnya akan dibuatkan miniature ruangan (scenario) agar robot dapat mendeteksi seperti keadaan sesungguhnya.

Kata Kunci : *Prototype Robotic Service, Prototype Robot Pendeteksi Api, Modul GSM SIM300 C, Microcontroller, UVTron*

I. PENDAHULUAN

Kebakaran pada lokasi yang sedang tidak berpenghuni mengakibatkan lambannya penanganan, karena ketika alat pemadam kebakaran yang ada tidak mampu memadamkan api dan sinyal peringatan hanya menjangkau hingga radius beberapa meter dari lokasi, maka api baru akan terlihat dari kejauhan ketika sudah besar yang artinya kebakaran sudah meluas dan semakin sulit untuk dipadamkan.

Penelitian sebelumnya telah dirancang sebuah prototype robot yang mampu menyelesaikan permasalahan di atas. Dengan menggunakan modul GSM SIM300 C dilengkapi Mikrokontroler serta UVTron sebagai sensor, robot ini terbukti telah mampu mendeteksi titik api sekaligus mencoba untuk memadamkan api tersebut. Selain itu robot ini juga langsung memberikan informasi melalui SMS.

Namun dari 3 buah sumber api yang diujikan (lilin, rokok dan percikan api), robot hanya mampu mendeteksi lilin sebagai sumber api. Hal ini disebabkan sensitifitas sensor yang masih perlu diperbaiki. Sehingga penelitian lanjutan dilakukan dengan terlebih dahulu

menggunakan sensor keluaran terbaru dengan tingkat sensitifitas yang tinggi. Dari sisi algoritma, prototype yang dihasilkan sudah cukup efisien dengan waktu delay yang dapat ditoleransi, namun sangat boros baterai sehingga akan dilakukan modifikasi bentuk maupun dimensi robot menjadi lebih kecil ataupun dilakukan pergantian material yang lebih ringan.

Selain itu dalam perancangan/modifikasi prototype robot pemadam api ini dilakukan dengan membuat miniature ruangan (scenario) sehingga robot dapat mendeteksi seperti keadaan sesungguhnya

Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan prototype robot sebelumnya yang terdiri dari sistem pendeteksian, peringatan baik jarak dekat maupun jarak jauh melalui sms dan sekaligus memadamkan api secara cepat, tepat dan optimal dan menghasilkan sebuah prototype robot pemadaman api yang terdiri dari sub sistem yang merupakan penyempurnaan dari penelitian sebelumnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kemajuan teknologi, khususnya pada bidang *mikrokontroler* telah memicu terciptanya robot yang

dapat mendeteksi adanya kebakaran hingga yang lebih jauh lagi, memadamkan api. Prinsipnya adalah penggunaan Sensor ultraviolet dalam mendeteksi adanya titik api dan penggerak robot yang berupa motor DC serta *mikrokontroller* sebagai pengendalinya.

Penelitian awal pada bidang ini, awalnya hanya berupa sebuah robot yang mampu mendeteksi api, kemudian semakin berkembang dengan kemampuan robot tersebut dalam memadamkan api serta memberikan peringatan apabila sensor pada robot mendeteksi adanya api. Muñoz,dkk (2009) membuat design suatu robot pemadam api yang diletakkan dilangit-langit ruangan dan menggunakan sensor asap biasa untuk mendeteksi api. Robot ini seperti halnya sebuah pendeteksi dan pemadam api konvensional dengan prinsip *water sprinkle*, memiliki cakupan yang luas dan tidak terpusat pada titik api.

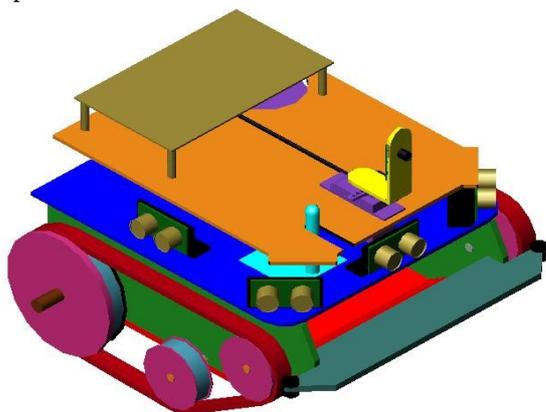
Namun belum ada atau masih jarang adanya robot yang sekaligus mengirimkan peringatan untuk orang yang berada jauh dari lokasi terjadinya kebakaran, sehingga kebakaran pada tempat yang tidak berpenghuni masih sulit untuk diminimalisir.

Penelitian Sebelumnya

Robot pendeteksi api ini memiliki bentuk seperti tank karena digerakkan oleh roda dengan sistem transmisi gir-belt yang diputar oleh motor DC. Dalam melaksanakan tugasnya robot ini dilengkapi dengan beberapa sensor yaitu UVtron, sensor dinding (ultrasonik), sensor garis, dan thermal array.

Robot ini digerakkan dengan menggunakan roda dengan sistem transmisi gir-belt. Gir terbuat dari material plastik komposit sedangkan belt terbuat dari karet berserat nylon. Roda ini dipasang pada motor penggerak yang dapat berputar 360° searah/berlawanan arah dengan jarum jam, sehingga kombinasi putaran motor dan roda ini yang membuat robot dapat bergerak maju, mundur, dan berbelok sesuai dengan perintah dari sistem kontrol/pengendalinya.

Sketsa dari robot pendeteksi api tampak kiri atas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi Robot Tampak Kiri Atas

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian dan analisisnya,

maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja dari sistem yang dibuat :

- Tingkat keberhasilan robot dalam mendeteksi sumber api dengan menggunakan sensor UVTron sebesar 97,5 % pada jarak 30 cm dari titik api.
- Tingkat keberhasilan Modul GSM SIM300 C dalam mengirimkan SMS mencapai 90%. Tingkat keberhasilan pengiriman SMS sangat dipengaruhi oleh sinyal dan inputan dari mikrokontroler.
- Tingkat keberhasilan robot dalam memadamkan api mencapai 90%. Tingkat keberhasilan pemadaman api dipengaruhi oleh kemampuan sensor Thermal array dalam menangkap titik api.

Alat Pendeteksi Kebakaran

Setiap proses kebakaran selalu timbul adanya proses konversi energi dan perubahan material. Konversi energi dapat menghasilkan aliran panas (konveksi dan atau konduksi) dan menyebabkan kenaikan temperatur pada suatu tempat walaupun jauh dari pusat kebakaran. Sedangkan hasil proses perubahan material suatu kebakaran adalah adanya asap gas yang berupa partikel-partikel kecil. Atas pertimbangan perubahan suhu/temperatur, adanya asap/gas yang terbentuk maka jenis detector kebakaran ini terbagi menjadi 4 macam yaitu:

- Detektor Panas (*Heat Detector*)

Cara kerja dari jenis detektor ini adalah dengan mendeteksi adanya perubahan atau kenaikan temperatur yang yang tidak normal dalam satu ruangan. Jenis ini pada dasarnya dibagi lagi menjadi 3 macam, yaitu:

 1. *Fixed temperature heat detector*
 2. *Rate of rise detector (ROR Detector)*
 3. *Rate compensation detector*
- Detektor Asap (*Smoke Detector*)

Secara umum jenis detector ini diag menjadi 3 macam yaitu *ionizationsmoke detector*, *photoelectric smoke detector* dan *air sampling smoke detector*. Perbedaan dari ketiga jenis smoke detector tersebut hanyalah pada metode deteksinya.
- Detektor Api (*Flame Detector*)

Jenis detector ini bekerja dengan mendeteksi adanya sinar dari nyala api yang berupa gelombang sinar infra merah (*IR Detector*) atau ultraviolet (*UV Detector*)
- Detektor Gas (*Fore Gas Detector*)

Cara kerja dari jenis detector ini adalah dengan cara merespon adanya asap yang berasal dari benda yang terbakar. Detektor ini akan aktif bila dipicu dengan adanya kenaikan temperatur pada elemen semikonduktor yang ada didalam detektor tersebut.

Komponen Penyusun Prototype Robot Pemadam Api

- **Sensor**

Sensor yang dapat merupakan sensor jenis terbaru atau dengan mengkombinasikan beberapa sensor

misalnya sensor UVTron yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya dengan sebuah sensor panas ataupun sensor cahaya lainnya (berbasis Infrared).

➤ **Modul GSM SIM300 C**

Seperti pada penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan modul GSM SIM300 C yang merupakan peralatan yang didesain agar dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul ini yang akan mengirimkan SMS kepada nomor yang telah diprogram setelah mendapatkan perintah dari rangkaian mikrokontroller.

➤ **Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah sistem *microprocessor* yang di dalamnya sudah terdapat *CPU, ROM, RAM, I/O, Clock* dan peralatan *internal* lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik dan dikemas dala satu *chip* yang siap pakai.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Secara general, Diagram alur penelitian dan optimasi penelitian ini diberikan pada gambar berikut :

ya
tidak
ya
tidak

Perancangan dan Pembuatan Miniatur Ruang
Pengujian Prototype Robot
Finish
Start
Perancangan dan Modifikasi Sistem Sensor
Perancangan dan Modifikasi Sistem Mekanik Robot
Rancangan Umum Prototype
Pembuatan Sistem Sensor
Optimal
Pembuatan Sistem Mekanik Robot
Optimal

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian **Proses Perancangan Perangkat Keras**

Sementara untuk perancangan *hardware* sistem secara umum dapat dilihat pada gambar berikut :

- Mikrokontroler ATmega
- Modul GSM
- Power Supply
- HP User
- Motor DC
- Sensor Cahaya/garis putih
- Sensor Ping Ultrasonic
- Sensor Thermal Array
- Sensor Ultraviolet

Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Sistem Secara Umum

Setelah *power supply on* maka robot akan aktif dan siap untuk *distart*. Robot akan bergerak menyusuri koridor menuju ruangan-ruangan yang telah dipetakan. Selama robot bergerak menjelajahi koridor menuju ruangan menggunakan sensor ultrasonik dan sensor cahaya. Sensor ultrasonik digunakan untuk bergerak menyusuri dinding sampai pada suatu posisi-posisi tertentu. Sedangkan sensor cahaya digunakan untuk mengetahui kapan robot harus berbelok. Informasi dari sensor-sensor tersebut diolah untuk mengatur gerakan robot dalam mendekati sumber api.

Apabila di dalam suatu ruangan terdapat sumber api, maka robot akan bergerak mendekati sumber api dengan memperhatikan kondisi lingkungan sekitar. Pada proses ini sensor yang digunakan antara lain sensor Ultrasonik, Sensor thermal, dan sensor UVTron. Sensor ultrasonik memancarkan sinyal ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan apabila membentur suatu benda, gelombang akan dipantulkan kembali dan diterima oleh sensor. Dengan mengukur lebar pulsa pantulan tersebut, jarak target di depan sensor dapat diketahui sehingga sensor ultrasonik digunakan untuk panduan bergerak supaya robot tidak menabrak dinding di depan ataupun di sampingnya serta tidak menabrak sumber api. Sensor *thermal array* mendeteksi sinar infra merah dari benda-benda yang menghasilkan panas sehingga digunakan untuk meluruskan robot terhadap titik api.

Ketika sensor ultrasonik depan telah mendeteksi jarak kurang dari 30 cm maka robot akan berhenti. Sensor UVtron berfungsi sebagai input yang dapat mendeteksi keberadaan sumber api yang berpotensi menyebabkan terjadinya kebakaran. Kemudian hasil keluaran sensor ini yang berupa pulsa kotak selanjutnya akan dibantu oleh mikrokontroler sebagai proses pengolah data dan pengontrol keseluruhan sistem. Mikrokontroler ini akan memproses input yang masuk dari sensor tersebut, dan kemudian mikrokontroler akan menjalankan instruksi sesuai dengan program yang telah di buat menggunakan (Codevision AVR).

Setelah data atau instruksi dimasukkan ke dalam mikrokontroler, data tersebut diproses dan dirubah menjadi sinyal aktif. Selanjutnya jika sensor ini mendeteksi adanya sumber api pada ruangan. Bersamaan dengan itu pula oleh mikrokontroler akan memberikan perintah pada modul GSM yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengirimkan SMS ke *handphone* user. Pengiriman informasi berupa SMS yang berisi "Api terdeteksi" dikirimkan oleh *modul GSM* ke *handphone* user sebagai pemberitahuan adanya deteksi dini kebakaran pada suatu ruangan. Setelah pesan terkirim, maka robot akan mencoba memadamkan sumber api agar api tidak menyebar.

Start

Susur Dinding

Cek Garis
Apakah ada Garis?
Cek Api
Apakah ada Api?
Send SMS
Padamkan Api
Finish

Gambar 4. Diagram Alir Perencanaan Sistem

VI. KEMAJUAN PELAKSANAAN

Perancangan dan Pembuatan *Hardware*

Bagian peralatan *hardware* dirancang sesuai dengan fungsi yang diinginkan, misalnya untuk kontrol robot digunakan mikrokontroler, untuk mendeteksi api digunakan sensor-sensor, dan lain-lain.

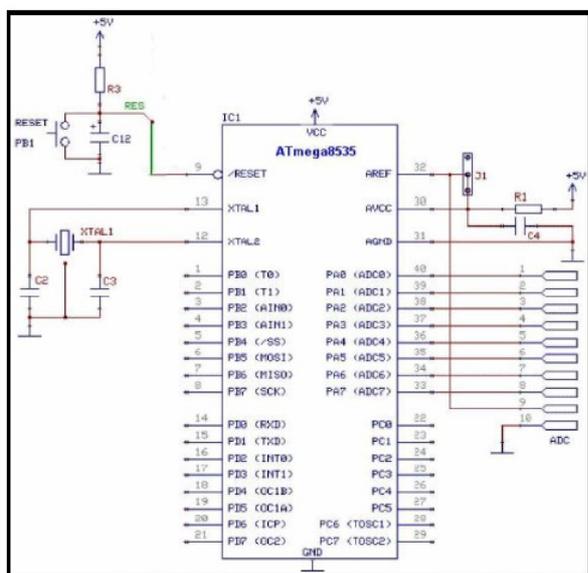
Perancangan Mikrokontroler

Sistem pengontrolan robot ini berbasis mikrokontroler ATmega 8535, 8K byte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*) yang merupakan memori dengan teknologi *non-volatile*

memory, dimana isi dari memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali dan mikrokontroler ATmega 16. memperkecil kesalahan selama robot berfungsi, sistem kontrol dari pada robot ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

- Sistem kendali utama yang ditangani oleh mikrokontroler master. Pada mikrokontroler master, yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega 16. Mikrokontroler master ini berfungsi mengarahkan robot untuk bergerak ke arah room-room sesuai dengan konfigurasi lapangan yang dipakai.
- Sistem kendali pembantu yang ditangani oleh mikrokontroler slave. Pada mikrokontroler slave, yang berfungsi adalah mikrokontroler ATmega 8535. Mikrokontroler slave ini berfungsi menerima dan menerjemahkan input dari sensor ping, UVtron, dan thermal array yang dikondisikan dengan melakukan pengecekan secara terus menerus.

Kedua Sistem kontrol ini sengaja di pisahkan agar dapat dilakukan dua proses secara bersamaan dan juga menghindari kesalahan serta mempermudah dalam pembuatan algoritma program. Mikrokontroler ATmega16 dalam sistem robot ini dalam menjalankan tugasnya akan menerima masukan dari semua sensor melalui port-port I/O yang dimilikinya. Adapun perencanaan perangkat keras (*hardware*) rangkaian mikrokontroler Atmega8535 diperlihatkan pada Gambar 5.

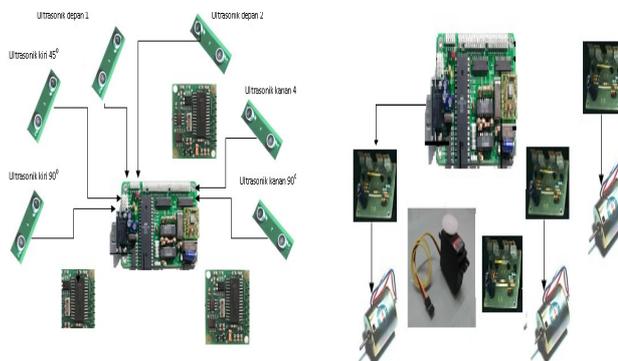


Gambar 5. Perencanaan rangkaian mikrokontroler ATmega8535

Pada sistem secara keseluruhan, mikrokontroler berfungsi sebagai *Central Processing Unit* (CPU) yang akan melakukan semua pemrosesan data digital. Adapun penggunaan kaki-kaki mikrokontroler ATmega8535 adalah port sign ke rangkaian sensor, sebagai jalur data untuk I/O digunakan untuk komunikasi dengan modul GSM digunakan kaki TXD dan RXD (PD.0 dan PD.1).

Perancangan Sensor

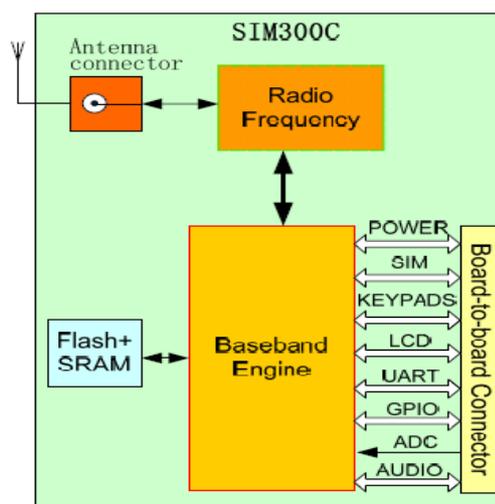
Pada perancangan robot ini digunakan beberapa jenis sensor, antara lain sensor ultrasonik, Uvtron, Thermal Array dan sensor cahaya. Hubungan antara sensor dan sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara sensor dan sistem kontrol

Sensor Cahaya/garis putih yang digunakan untuk mendeteksi garis putih pada rute perjalanan robot. Sensor Dinding (PING Ultrasonik) yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda disekeliling robot, baik itu dinding ataupun benda lain yang bisa memantulkan gelombang ultrasonik sehingga robot dapat bergerak tanpa menabrak benda yang ada disekelilingnya. Sensor ini digunakan dalam menelusuri lorong-lorong sesuai program yang diberikan. Dalam sistem robot ini, digunakan sebuah kit sensor pendeteksi panas, yaitu Thermal Array. Sensor Ultraviolet (UVtron) digunakan untuk mendeteksi keberadaan titik api. Sensor ini bekerja berdasarkan sinar ultraviolet yang dipancarkan oleh api.

Rangkaian Modul GSM



Gambar 7. Blok Diagram Modul GSM

Fungsi modul GSM adalah peralatan yang menghubungkan antara mikrokontroler dengan jaringan GSM dalam suatu aplikasi nirkabel. Dengan adanya sebuah modul GSM, maka aplikasi yang di rancang dapat

dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

V. KESIMPULAN

Dari kegiatan penelitian selama 3 (bulan), tim peneliti telah berhasil membuat perancangan maupun pembuatan beberapa peralatan hardware, seperti sistem sensor yang terdiri dari sensor cahaya, sensor ultrasonic dan sensor UVTron, sistem kontrol robot dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega 16 dan Mikrokontroler ATmega 8535, serta Modul GSM. Tim peneliti juga telah mengintegrasikan sistem sensor dan modul GSM tersebut pada sistem kontrol robot.

REFERENSI

- [1] Aayush Aggarwal and R.C. Joshi, "WSN and GSM based Remote Home Security System", International Conference on Recent Advances and Future Trends in Information Technology, iRAFIT, 2012.
- [2] B. Ramamurthy and S, Barghavy, "Development of a Low-Cost GSM SMS-Based Humidity Remote Monitoring and Control system for Industrial Applications", (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 1, No. 4, October 2010.
- [3] CUI Jian-wei, ZHAI Dong-li, "A Novel Portable Multi-Function Leakage Listening Detector", Measurement and Control Tech Journal, CNKI:SUN:IKJS.0.2009-01-004.
- [4] Julio Cordón Muñoz, 2009, "Preliminary design of a ceiling-mounted fire extinguisher robot", Helsinki University of Technology
- [5] Kiprushkin, et.al, "Connection Of Network Sensors To Distributed Information Measurement And Control System For Education And Research", International Journal "Information Technologies and Knowledge" Vol.1 / 2007.
- [6] Kosasih, et.al, 2010, "The Intelligent Fire Fighting Tank Robot", Electrical Engineering Journal Vol. 1 No.1 pp.73-80.
- [7] Shanghai SIMCOM Ltd, "SIM300 AT Commands Set", available http://www.owen.ru/uploads/re_pm01_list_comm_and.pdf
- [8] Winoto, Ardi., Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR, Bandung: Informatika, 2008.