

0

LAPORAN KEMAJUAN KOMPETISI INTERNAL PROGRAM STUDI

Tema :
Kebencanaan dan Lingkungan

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

TIM

Ketua : Dr. Ir. Rhiza S. Sadjad, MSEE	NIDN : 0006095706
Anggota 1 : Dr. Ir. Andani Ahmad, MT	NIDN : 0012126008
Anggota 2 : Dr. Indrabayu, ST, MT	NIDN : 0016067507
Anggota 3 : Ir. Zaenab Muslimin, MT	NIDN : 0001026601
Anggota 4 : Fitriyanti Mayasari, ST, MT	NIDN : 0014078301
Anggota 5 : Rahmat Syaifullah	NIM : D41109318



**UNIVERSITAS HASANUDDIN
JULI 2014**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Modifikasi Sistem Sensor dan Struktur
Prototype Robot Pendeteksi Api untuk
Deteksi Dini Ancaman Kebakaran

Tema Penelitian : Kebencanaan dan Lingkungan

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Rhiza S. Sadjad, MSEE

b. Jenis Kelamin : L / P

c. NIP/NIK : 195709061982031004

d. NIDN : 570906006

e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

f. Jabatan Struktural : -

g. Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

h. Pusat Penelitian : Laboratorium Sistem Kendali dan
Instrumentasi

i. Alamat Institusi : Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10

j. Telpon/Faks/Email : Makassar
0411-590125 / rhiza@unhas.ac.id

Waktu Penelitian : Tahun ke-2 (dua) dari rencana 2 (dua)
tahun

Biaya Diusulkan ke Unhas

a. Tahun Pertama : Rp. 50.000.000,-

b. Tahun Kedua : Rp. 75.000.000,-

c. Tahun Ketiga : -

Biaya dari Institusi Lain/Mitra : -

Makassar, 24 Juli 2014

Mengetahui,
a.n. Dekan Fak. Teknik
Wakil Dekan I

Ketua Peneliti,

Dr. Ir. Muhammad Ramli, MT
NIP.196807181993091001

Dr. Ir. Rhiza S. Sadjad, MSEE
NIP. 195709061982031004

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat,

Prof. Dr. Ir. H. Sudirman, M.Pi
NIP. 196412121989031004

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 terhunai, 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.

Penelitian sebelumnya telah menghasilkan *prototype* robot yang mendeteksi kebakaran dan memberikan peringatan dini melalui sms dengan menggunakan Modul GSM SIM300 C dengan *Microcontroller* sebagai pengendalinya dan UVTron sebagai sensor yang akan mendeteksi sumber api, akan menghasilkan *Prototype* Robot Pendeteksi Api (RPA) yang akan mendeteksi titik api dan mengirimkan data (SMS) kepada nomer telepon seluler yang telah diprogram, sekaligus akan melakukan tindakan pemadaman pada titik api yang terdeteksi. Dan mengacu pada roadmap penelitian Laboratorium Teknik Kendali, *Robotic Research*, penelitian ini menggunakan Modul GSM SIM300 C.

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.

Diharapkan dengan hasil dari penelitian ini, secara jangka panjang dapat memberikan sumbangsih yang berarti pada suatu sistem pendeteksian dan peringatan kebakaran, baik pada jarak dekat maupun jarak jauh melalui teknologi sms, sekaligus memadamkan kebakaran dengan cepat, tepat dan optimal. Selain itu menjadi acuan dalam perkembangan penelitian dalam bidang robotika baik robotika service maupun robotika industri.

Secara khusus penelitian ini mengarah pada pengusulan pabrikasi ke instansi terkait dengan sedikit mungkin penyempurnaan untuk sistem yang lebih kompleks.

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

Abstract

Fire is a huge disaster and affects many losses for human. It is caused by many things, either the trigger of the fire, the poor standard of the early detection system or the deficient of disaster management. The Existing Fire detection equipment has not worked optimally, it can be seen from its some false alarms and its impact to the range area of the equipment. In addition, the existing equipment only notifies surround the fire area, thus for the uninhabited area, the fire extinguishing can be very slow.

The research is a continued research which aims to make a robot prototype for fire detection and early notification through *short message service*, therefore for uninhabited area or an empty area, the detection alert is still received and disaster management can be accomplished. The prototype is also designed to extinguish the fire.

The previous research has accomplished a prototype of fire detector robot with some weakness on its sensor systems. From experimental of 3 fire sources, the prototype only detects candle as the fire source due to the sensibility of its sensor. Also the prototype resulted is wasteful battery, thus the structuring or changing the design with lighter material are needed. The next stage is making the miniature of the room with exact precise real condition, therefore, the prototype will work as a real scenario.

The product of the research hopefully can give any meaningful contribution for the development of detection system and fire notification, either short distance or long distance through *short messaging service* technology and effectively extinguish the fire. In addition, it can be a reference on the development of robotic researches, both service robotic and industrial robotic.

Particularly, the research leads to the proposed fabrication to related company with less improvement for a complex system.

Keywords : *Prototype Robotic Service*, *Prototype of Fire Detection Robot*, SIM300 C GSM Module, Microcontroller, UVTron

Daftar Isi

HALAMAN PENGESAHAN	i
Abstrak	ii
Abstract	iii
Daftar Isi	iv
1. Latar Belakang	1
2. Tujuan dan Sasaran	2
3. Metodologi	3
4. Realisasi/Kemajuan Pelaksanaan Penelitian	7
5. Rencana Kegiatan Penelitian Berikutnya	10
6. Kesimpulan	11
Daftar Pustaka	12

1. Latar Belakang

Kebakaran adalah bencana yang sering terjadi sejak zaman peradaban manusia. Sering kali kebakaran sudah meluas dan tidak terkendali sebelum akhirnya disadari oleh masyarakat sekitar. Terlebih lagi jika kebakaran terjadi di perkantoran atau pasar yang pada malam hari sudah tidak ada aktifitas kegiatan di dalamnya. Untuk itulah pada setiap tempat/bangunan keramaian dilengkapi dengan *detector early fire warning system* yang biasanya menggunakan *water sprinkle* yang bekerja secara otomatis jika terdeteksi asap atau panas berlebih. Sayangnya teknologi ini kadang memberikan efek negatif pasca pemadaman. Hal ini disebabkan karena sistem ini berkeja secara luas, tidak bersifat local pada titik api atau asap yang terdeteksi. Sehingga perlengkapan yang rentan terhadap air seperti furniture, barang elektronik bahkan dokumen-dokumen penting menjadi rusak karena terkena air.

Selain itu sering juga didapati terjadi *false alarm* dimana asap atau panas berlebih yang dideteksi oleh sensor *Water Sprinkle* menyebabkan aktifnya sistem yang secara otomatis menyebarkan air ke seluruh ruangan. Padahal asap atau panas berlebih tersebut ternyata bukan sumber api yang dapat menyebabkan kebakaran.

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 tertoleransi, 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.

2. Tujuan dan Sasaran

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.

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini :

- Mendapatkan sensor terbaik dalam pendeteksian dini kebakaran dengan tingkat sensitifitas yang tinggi
- Mendapatkan rancangan mekanik robot yang optimal
- Memperoleh rancangan pengendali/Mikrokontroller dan memanfaatkan fasilitas sms pada Modul GSM SIM300 C
- Merancang sistem prototype robot pemadam api sebagai suatu kesatuan sistem.

Dan Sasaran dari penelitian ini adalah :

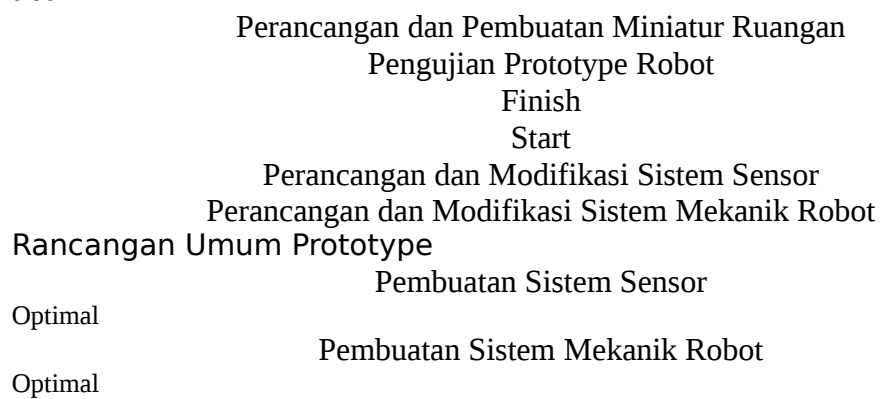
- Prototype robot ini diharapkan mendapat paten dan menjadi model untuk Robot Pemadam Api (RPA) yang dapat dipabrikasi dan diterapkan secara langsung dalam skala besar seperti pada industri, perkantoran, hotel, dll ataupun berskala kecil seperti pertokoan ataupun perumahan yang rawan akan ancaman kebakaran.
- Prototipe robot ini nantinya akan menghasilkan publikasi-publikasi yang dapat dijadikan acuan referensi dan dapat menjadi basis untuk

pengembangan robot aplikatif baik pada robotika servis ataupun robotika industri

3. Metodologi

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

ya
tidak
ya
tidak



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3.1 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 2. Blok Diagram Perancangan Sistem Secara Umum

Adapun fungsi dari masing-masing blok diagram adalah sebagai berikut:

- *Handphone* user merupakan suatu alat komunikasi yang fungsinya untuk menerima pesan pendek (SMS) ke dari Modul GSM.
- Modul GSM merupakan peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi yang menghubungkan user dengan mikrokontroler dengan jaringan GSM sehingga dapat dikendalikan dari jarak jauh.
- Mikrokontroler AVR ATmega berfungsi sebagai pusat kontrol dan proses *input* dan *output* dari sensor.
- Rangkaian sensor-sensor terbagi menjadi dua. Ada yang berfungsi sebagai pendeteksi panas yaitu sensor *thermal array* dan sensor ultraviolet dan ada pula sebagai sensor penunjang, misalnya sensor ping ultrasonic yang mendeteksi benda di sekitar robot.
- Rangkaian motor DC berfungsi untuk melakukan pergerakan robot.

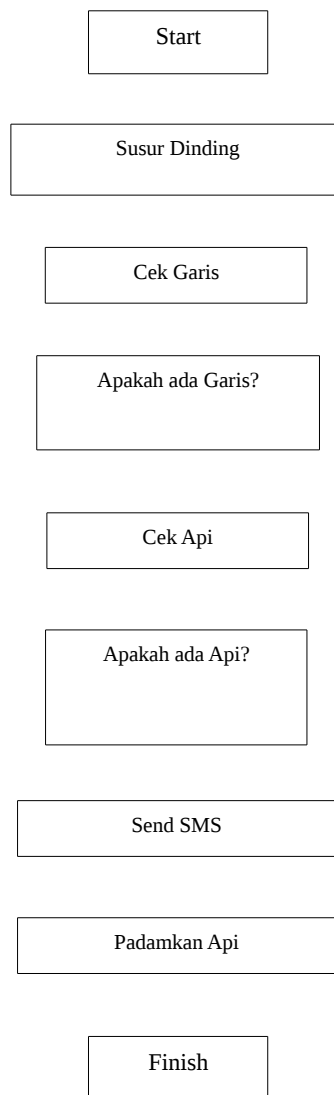
Setelah *power supply on* maka robot akan aktif dan siap untuk *distart*. Robot akan bergerak menyusuri koridor menuju ruangan-ruangan yang telah dipetakan. Selama robot bergerak menjelajahi koridor menuju ruangan menggunakan sensor ultrasonik dan sensor cahaya. Sensor ultrasonik digunakan untuk bergerak 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 pengolahan 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.



Gambar 3. Diagram Alir Perencanaan Sistem

4. Realisasi/Kemajuan Pelaksanaan Penelitian

4.1 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.

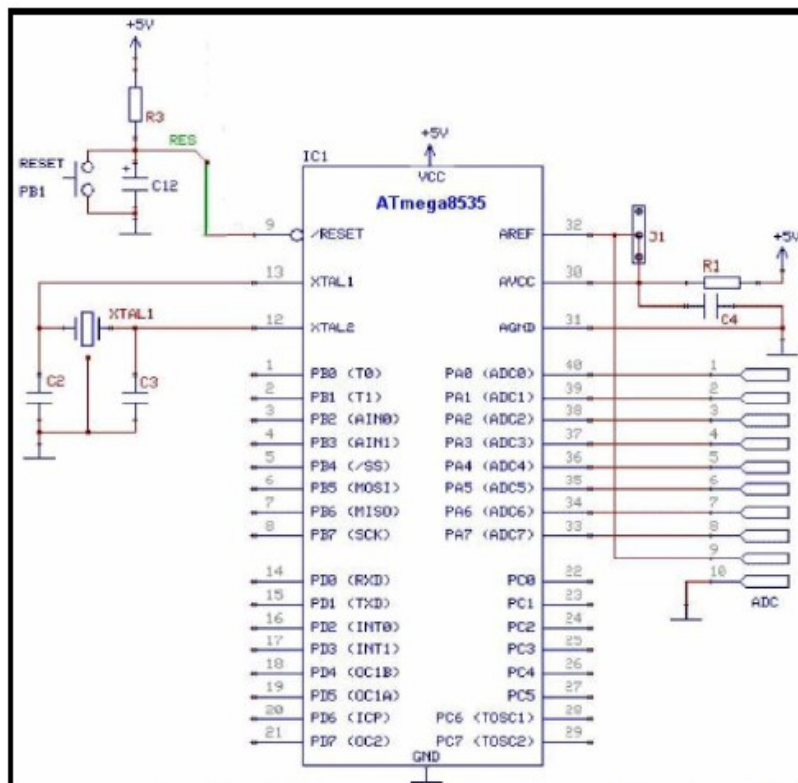
4.1.1 Perancangan Mikrokontroler

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 menerima masukan dari mikrokontroler slave berupa kondisi dari sensor ping, UVtron, dan thermal array dan outputnya dikirimkan ke sistem kendali penggerak berupa gerakan motor kiri dan kanan dan penampilan data pada LCD.
- 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.

Ket
secara
pembu
dalam
port-p
Adapt
Atmeg



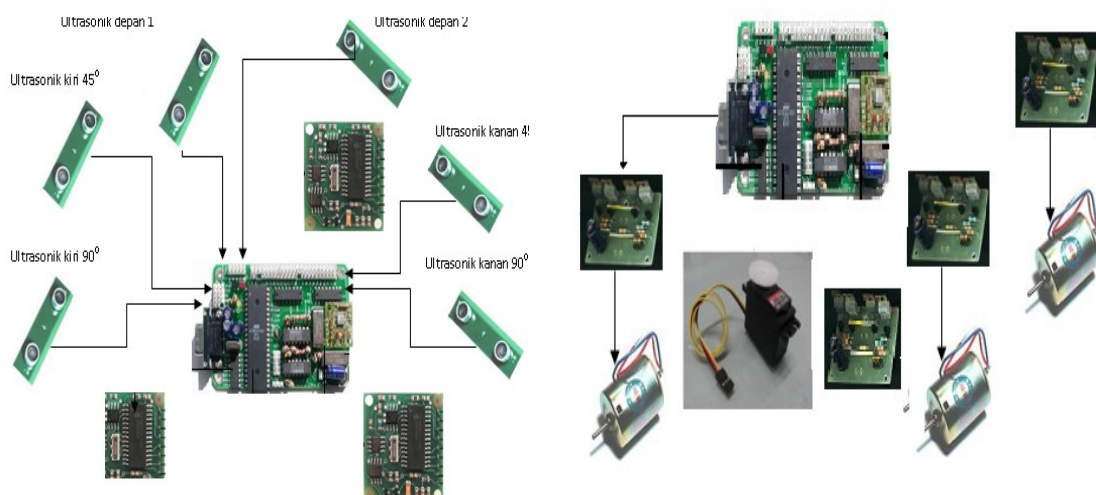
a proses
1 dalam
robot ini
melalui
ontroler

Gambar 4. 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 mikrokontroller 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).

4.1.2 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 5.

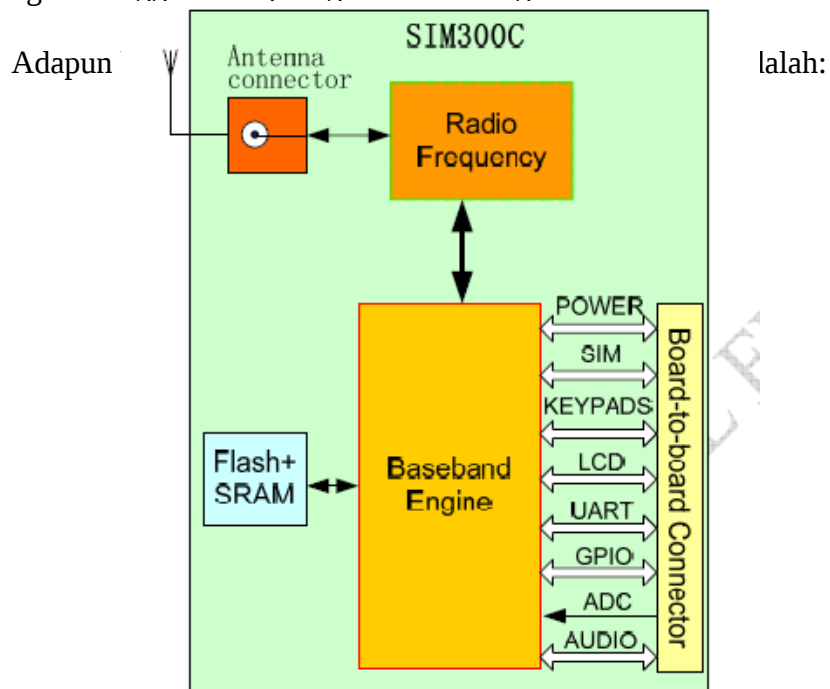


Gambar 5. Hubungan antara sensor dan sistem kontrol

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.

4.1.3 Rangkaian Modul GSM

Fungsi modul GSM adalah peralatan yang menghubungkan antara mikro-kontroler 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.



Gambar 6. Blok Diagram Modul GSM

5. Rencana Kegiatan Penelitian Berikutnya

Setelah 3 (tiga) bulan penelitian ini berjalan, kami telah merancang dan membuat Hardware yaitu sistem kontrol, sistem sensor dan modul GSM. Untuk rencana kegiatan penelitian berikutnya kami akan merancang dan membuat rangkaian mekanik Robot Pemadam Api serta membuat software yang akan menguji peralatan. *Software* ini ditanamkan (di-*download*) pada mikrokontroler sehingga robot dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan perangkat lunak (*software*) dimaksudkan untuk memproses data digital yang terletak di dalam arsitektur mikrokontroler sehingga dapat secara otomatis melakukan pengiriman informasi secara jarak jauh.

Kemudian akan dilakukan pengujian terhadap *prototype* robot untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem dan mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian dilakukan terhadap Rangkaian Sensor, Rangkaian Mikrokontroler, Modul GSM dan AT Command, Pengujian Modul GSM dengan Mikrokontroler, Pengujian pengiriman SMS serta Pengujian peralatan secara keseluruhan.

Adapun Rincian kegiatan penelitian berjalan dan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jadwal Kegiatan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Perancangan dan Pembuatan Rangkaian Sistem Sensor , Rangkaian Kontrol dan Modul GSM										

Perancangan/ Restrukturisasi Rangkaian Mekanik Robot										
Pembuatan Rangkaian Mekanik Robot										
Optimasi Rancangan Prototype Robot										
Perancangan Miniatur Ruangan										
Pembuatan Laporan Akhir dan Jurnal										

6. 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.

Untuk langkah selanjutnya, tim peneliti akan merancang dan membuat rangkaian mekanik robot dan perancangan software yang akan ditanamkan pada sistem kontrol, serta akan dilakukan pengujian terhadap *prototype* robot yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- [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-wei¹,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 Córdón 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.all, 2010, “*The Intelligent Fire Fighting Tank Robot*”, Electrical Engineering Journal Vol. 1 No.1 pp.73-80.
- [7] Kumbhalkar,et.al, 2012,”*Fire Fighting Robot : an approach*” , Indian Stream Research Journal Vol. 2 Issue II March 2012 pp. 1-4.
- [8] Shanghai SIMCOM Ltd, “SIM300 AT Commands Set”, available http://www.owen.ru/uploads/re_pm01_list_command.pdf
- [9] Winoto, Ardi., Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR, Bandung: Informatika,2008.