



**RANCANGAN *PROTOTYPE* PENDETEKSIAN DINI LOKASI KEBAKARAN
BERBASIS *WIRELESS* DENGAN *FUZZY LOGIC*
DAN PEMBERITAHUAN VIA SMS**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Imam Nurromianto

NIM 111910201034

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan menuju kesuksesan selanjutnya yang telah menanti di depan. Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan hidupku.
3. Ibu Umiati dan Ayah Kamidi yang tercinta, yang selalu mendoakan, memberi biaya, mencukupi dan memberikan kasih sayang serta pengorbanan sangat-sangat besar.
4. Adikku Inuk Putri Nur Aisah dan Irfan Nur Rachmadi Putra yang selalu memberi semangat, motivasi dan dukungan serta doa.
5. Nenek Mukaiyah yang selalu mendo'akan untuk kelulusanku.
6. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Almamater tercinta Universitas Jember.

MOTTO

**HANYA PERLU TERUS MELANGKAH, UNTUK
MENEMPUH JAUHNYA PERJALANAN**

(Imam Nurromianto)

KALAU INGIN, PERJUANGKAN

(Geraldin Cintia Rosa)

**KALAU KAU AKAN BERHASIL JIKA TIDAK
MENYERAH, TAPI JIKA KAU MENYERAH MAKA PASTI
TIDAK ADA YANG TERSISA**

(Aomine, Kuroko No Basuke)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Imam Nurromianto

NIM : 111910201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Juni 2015

Yang menyatakan,

Imam Nurromianto

NIM 111910201034

SKRIPSI

**RANCANGAN *PROTOTYPE* PENDETEKSIAN DINI LOKASI KEBAKARAN
BERBASIS *WIRELESS* DENGAN *FUZZY LOGIC*
DAN PEMBERITAHUAN VIA SMS**

Oleh :

Imam Nurromianto
NIM 111910201034

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi.,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Widjonarko.,S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari :
Tanggal : 15 Juni 2015
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Widjonarko, S.T.,M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Tim Penguji,

Penguji I

Penguji II

Bambang Supeno, S.T., M.T
NIP.19690630 199512 1 0001

M.Agung Prawira Negara, S.T. M.T.
NIP.19871217 201212 1003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

**RANCANGAN *PROTOTYPE* PENDETEKSIAN DINI LOKASI KEBAKARAN
BERBASIS *WIRELESS* DENGAN *FUZZY LOGIC*
DAN PEMBERITAHUAN VIA SMS**

Imam Nurromianto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Seiring kemajuan teknologi yang semakin pesat, membuat kehidupan manusia menjadi semakin mudah dan praktis. Dampak kemajuan teknologi ini yang tak kalah penting adalah adanya pengembangan berbagai alat yang dapat membantu dan meringankan beban manusia untuk mengurangi korban jiwa dan kerugian secara materi jika terjadi bencana, salah satunya adalah bencana kebakaran. Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS, merupakan alat yang dapat memberikan peringatan jika terjadi kebakaran. Dengan menggunakan media *prototipe* dua ruangan yaitu ruangan 1 dan ruangan 2. Sensor yang digunakan adalah sensor LM35 untuk mendeteksi suhu dan sensor MQ2 untuk mendeteksi asap. Sensor suhu LM35 digunakan untuk mengolah suhu sebesar 20 °C sampai 40 °C dan sensor asap menggunakan range 0 ppm sampai 17000 ppm untuk membaca asap. Pada alat pendeteksi kebakaran ini menggunakan logika fuzzy dalam menentukan bahwa ruangan terjadi indikasi adanya kebakaran. Pada fuzzyfikasi suhu menggunakan 3 himpunan yaitu normal, hangat dan panas. Pada fuzzyfikasi asap menggunakan 3 himpunan yaitu baik, sedang, dan tidak sehat. Sedangkan pada fuzzyfikasi *output* menggunakan 2 himpunan aman dan terbakar. Sebagai keluaran atau tanda kebakaran menggunakan *buzzer*, SMS dan *webcam* sebagai *capture*. Alat ini juga menampilkan *monitoring* suhu dan asap pada tiap ruangan dengan menggunakan *interface* pada laptop dengan *software* borland delphi 7. *Monitoring* juga dilakukan pada tempat

yang berbeda dengan menggunakan *display* pada LCD, dengan menggunakan Xbee Pro sebagai media pengiriman data secara *wireless*. Pengiriman data secara *wireless* dapat terkirim dengan jarak maksimal 260 m.

Kata Kunci : *Fuzzy Logic*, Pendeteksian kebakaran, , SMS, *Webcam*, *Wireless*



***THE PROTOTYPE DESIGN TO DETECT EARLY FIRE LOCATION BASED
WIRELESS WITH FUZZY LOGIC AND NOTIFICATION VIA SMS***

Imam Nurromianto

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
University of Jember*

ABSTRACT

Along with the rapid technological advances, so that will make human's life easier and more practical. The impact of those technological advances is also not less important is the development of a variety of tools that can help ease the burden on human and to reduce casualties and material losses in the event of a disaster, for example, is a fire disaster. The design of Prototype Early Detection Wireless Location-Based on Fire with Fuzzy Logic And Notification Via SMS, a tool that can give a warning if there is a fire using two prototypes of media rooms are Room 1 and Room 2. The sensor is used to detect the temperature is LM35 while MQ2 to detect fumes. LM35 is used to process the temperature at 20 °C to 40 °C and smoke sensor uses a range of 0 ppm 17000 ppm to read something about fumes. In the flame detectors using fuzzy logic in determining that room happens indication of a fire. At fuzzyfication the temperature using three sets are normal, warm and hot. At fuzzyfication of smoke using three sets are good, medium and bad. While the two sets of peaceful and a fire are used in fuzzyfication output. As a warning or sign of fire use buzzer, SMS and webcam as capture. This tool also displays the temperature and smoke monitoring in each rooms by using the interface on the laptop with the software Borland Delphi 7. Monitoring is also carried out at different places using the display on the LCD, by using the XBee Pro as a medium for wireless data transmission. Wireless data transmission can be sent at a maximum distance of 260 m.

Kata Kunci : *Fuzzy Logic, Detect Fire, SMS, Webcam, Wireless.*

RINGKASAN

Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS; Imam Nurromianto; 111910201034; 2015; 68 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Seiring kemajuan teknologi yang semakin pesat, membuat kehidupan manusia menjadi semakin mudah dan praktis. Dampak kemajuan teknologi ini yang tak kalah penting adalah adanya pengembangan berbagai alat yang dapat membantu dan meringankan beban manusia untuk mengurangi korban jiwa dan kerugian secara materi jika terjadi bencana, salah satunya adalah bencana kebakaran.

Menggunakan media *prototipe* dua ruangan yaitu ruangan 1 dan ruangan 2. Sensor yang digunakan adalah sensor LM35 untuk mendeteksi suhu dan sensor MQ2 untuk mendeteksi asap. Sensor suhu LM35 digunakan untuk mengolah suhu dengan *membership function* sebesar 20 °C sampai 40 °C dan sensor asap menggunakan *range* 0 ppm sampai 17000 ppm untuk membaca asap pada pengolahan *membership function* asap.

Pada alat pendeteksi kebakaran ini menggunakan logika fuzzy dalam menentukan bahwa ruangan terjadi indikasi adanya kebakaran. Pada fuzzyfikasi suhu menggunakan 3 himpunan yaitu normal, hangat dan panas. Pada fuzzyfikasi asap menggunakan 3 himpunan yaitu baik, normal, dan tidak sehat. Sedangkan pada fuzzyfikasi *output* menggunakan 2 himpunan aman dan terbakar. Sebagai keluaran atau tanda kebakaran menggunakan *buzzer*, SMS dan *webcam* sebagai *capture*.

Monitoring suhu dan asap pada tiap ruangan dengan menggunakan *interface* pada laptop dengan *software* borland delphi 7. *Monitoring* juga dilakukan pada tempat yang berbeda dengan menggunakan *display* pada LCD, dengan menggunakan Xbee Pro sebagai media pengiriman data secara *wireless*.

Pengujian sensor suhu LM 35 dengan termometer ruangan pada ruangan 1 didapatkan rata-rata eror persen pada ruang 1 adalah sebesar 1,89 % dan pengujian

sensor asap MQ2 dengan gas analyzer didapatkan rata-rata eror persen adalah sebesar 3,15 %. Sedangkan pada ruang 2 untuk pengujian sensor suhu LM35 di dapatkan rata-rata eror persen adalah sebesar 2,00 % dan pada MQ2 di dapatkan rata-rata eror persen sebesar 3,95 %.

Pada pengujian xbee pro 60 mw dengan kondisi *outdoor* dengan kondisi terdapat beberapa pohon dan terdapat jalan raya jarak maksimal untuk melakukan pengiriman data yaitu suhu, asap dan *output* fuzzy sebanyak 6 data melalui *transmitter* dan dapat di terima oleh *receiver* sebesar 6 data adalah sejauh 260 m.

Pada hasil pengujian SMS untuk mengaktifkan dan menonaktifkan digunakan pada pin 9 yang merupakan *pin key* pada modul IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield dan bentuk SMS yang di kirim kepada *user* terdapat 3 macam yaitu “Bahaya Kebakaran Ruang 1”, “Bahaya Kebakaran Ruang 2 “ dan “Bahaya kebakaran Ruang 1 dan Ruang 2 ”.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancangan *Prototipe* Pendeteksi Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT atas semua rahmat dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan hidupku.
3. Ibu Umiati dan Ayah Kamidi yang tercinta, yang selalu mendoakan, memberi biaya, mencukupi dan memberikan kasih sayang serta pengorbanan sangat-sangat besar.
4. Adekku Inuk Putri Nur Aisah dan Irfan Nur Rachmadi Putra yang selalu memberi semangat, motivasi dan dukungan serta doa.
5. Nenek Mukaiyah yang selalu mendo'akan untuk kelulusanku.
6. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama, terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dengan segenap hati dalam pengerjaan skripsi ini.
7. Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota terima kasih atas kesabaran dan saran yang diberikan serta bersedia menjadi pendamping dan membimbing dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Para Dosen beserta seluruh karyawan program-program Teknik Universitas Jember, terima kasih atas segala dukungannya selama ini.
9. Dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Jember, yang telah memberikan saya ilmu selama ini.
10. Guru-guruku atau pembimbing sejak saya TK sampai terselesainya skripsi ini.

11. Pak Toha dan mas Ikbal yang selalu siap memberi informasi keberadaan dosen di kampus.
12. Sahabat–sahabat Novan Dwi Mulyono, Arif Hermawan S.pd, Rohmad Khoirul Sidik, Ilham Syafrizal, Galuh Masrur Adhim, Kukuh Dharwanan, Yazit, dan Fani Rozaki kalian yang selalu siap membantu.
13. Terima kasih Geraldin Cintia Rosa yang selalu bersedia memberikan semangat, do'a dan mengajak untuk tetap berjuang menyelesaikan skripsi ini.
14. Terima kasih Riski Nurmala, Anisia Tri Astuti S.T, Widya Ika Pratiwi, Nuri Firdausi, Norma Erlita dan Rara Arini yang selalu siap mengajari dan memberi motivasi buat terus maju.
15. Terima kasih Reza Hartana yang pintu rumahnya selalu terbuka untuk saya cari referensi.
16. Terima kasih M. Lukman Hakim yang selalu siap memberikan masukan yang bermanfaat dan selalu ada di saat saya terjatuh.
17. Terima kasih M. Wildan Habibi, Angger Panji, Deta Abrian dan Faisal Nurjatmiko yang siap dan bersedia menjawab pertanyaan untuk terselesainya skripsi saya ini.
18. Terima kasih temen-temen futsal elka dan temen-temen bola voly elektro 2011 yang selalu menghibur dan Saudara seperjuangan teknik elektro 2011, yang selalu siap membantu sejak masuk kuliah sampai terselesainya skripsi ini.
19. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, dengan adanya kalian maka skripsi ini selesai.

Demi kesempurnaan penulisan laporan proyek akhir ini, selalu diharapkan segala kritik dan saran dari semua pihak. Akhirnya, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Studi Penelitian Terdahulu	4
2.1.1 Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via Handphone Berbasis Mikrokontroller	4
2.1.2 Prototipe Sistem Telemetry Berbasis Sensor Suhu Dan Sensor Asap Untuk Pemantau Kebakaran Lahan	4

2.1.3	Sistem Deteksi Suhu Dan Asap Pada Ruangan Tertutup Memanfaatkan Sensor LM35 Dan Sensor AF30	5
2.1.4	Pendeteksian Dan Pengamanan Dini Pada Kebakaran Berbasis <i>Personal Komputer</i> (PC) dengan <i>Fuzzy Logic</i>	6
2.2	Kebakaran	6
2.3	Logika fuzzy	7
2.3.1	Struktur Dasar <i>Logic Controller</i>	8
2.4	SMS	15
2.5	Arduino UNO	18
2.6	Modul <i>Wireless Radio</i> Frekuensi 2.4 Ghz XBee PRO.....	20
2.7	Sensor Suhu	25
2.8	Sensor Asap.....	27
2.9	IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield.....	28
2.10	<i>Webcam</i>	28
2.11	LCD	30
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.1.1	Tempat Penelitian	31
3.1.2	Waktu Penelitian.....	31
3.2	Alat dan Bahan.....	31
3.2.1	<i>Hardware</i>	31
3.2.2	<i>Software</i>	31
3.3	Tahapan Perancangan	32
3.4	Diagram Blok	32
3.5	Perancangan Sistem	34
3.5.1	Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i>	34
3.5.2	Perancangan dan Pembuatan Logika Fuzzy	35

3.6 Flowchart	38
3.7 Rancangan Desain Mekanik.....	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Pengujian sensor suhu LM 35	41
4.2 Pengujian sensor asap MQ2	44
4.3 Pengujian <i>buzzer</i>	48
4.4 Pengujian pengiriman data <i>wireless</i>	48
4.5 Pengujian tampilan LCD 16x2.....	51
4.6 Pengujian SMS	51
4.7 Pengujian perangkat lunak dengan borland delphi 7.....	52
4.8 Pengujian pengambilan gambar oleh <i>webcam</i>	54
4.9 Pengujian data fuzzy	56
4.10 Pengujian keseluruhan sistem.....	63
BAB 5 PENUTUP.....	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
Daftar Pustaka	68
Lampiran	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Himpunan fuzzy untuk variabel umur	10
Gambar 2.2 Fuzzyfikasi suhu	10
Gambar 2.3 Grafik fungsi minimal	13
Gambar 2.4 Skema Cara Kerja SMS	17
Gambar 2.5 <i>Board</i> Arduino Uno	19
Gambar 2.6 <i>Transceiver</i> XBee PRO	21
Gambar 2.7 Modul <i>wireless</i> Xbee PRO	21
Gambar 2.8 Sensor suhu LM35	26
Gambar 2.9 Grafik akurasi LM35 terhadap suhu	27
Gambar 2.10 Modul sensor MQ2	27
Gambar 2.11 IComSat v1.1 SIM900 GSM/GPRS shield	28
Gambar 2.12 <i>Webcam</i>	30
Gambar 3.1 Blok diagram sistem pendeteksian lokasi kebakaran	32
Gambar 3.2 Rangkaian terminal arduino unit 1 (ANU 1).....	34
Gambar 3.3 Rangkaian terminal arduino unit 2 (ANU 2).....	34
Gambar 3.4 Himpunan <i>fuzzy</i> pada variabel suhu	35
Gambar 3.5 Himpunan <i>fuzzy</i> pada variabel asap	36
Gambar 3.6 Himpunan <i>fuzzy</i> pada variabel kondisi <i>output</i>	36
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> sistem kerja arduino unit1 (ANU1)	38
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> sistem kerja arduino unit2 (ANU2)	39
Gambar 3.9 Rancangan desain mekanik sistem deteksi lokasi Kebakaran	40
Gambar 4.1 Pengujian sensor suhu LM 35	41
Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian suhu pada ruangan 1	42
Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian suhu pada ruangan 2	43
Gambar 4.4 Pengujian sensor asap MQ2	45
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian asap pada ruangan 1	46
Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian asap pada ruangan 2.....	47

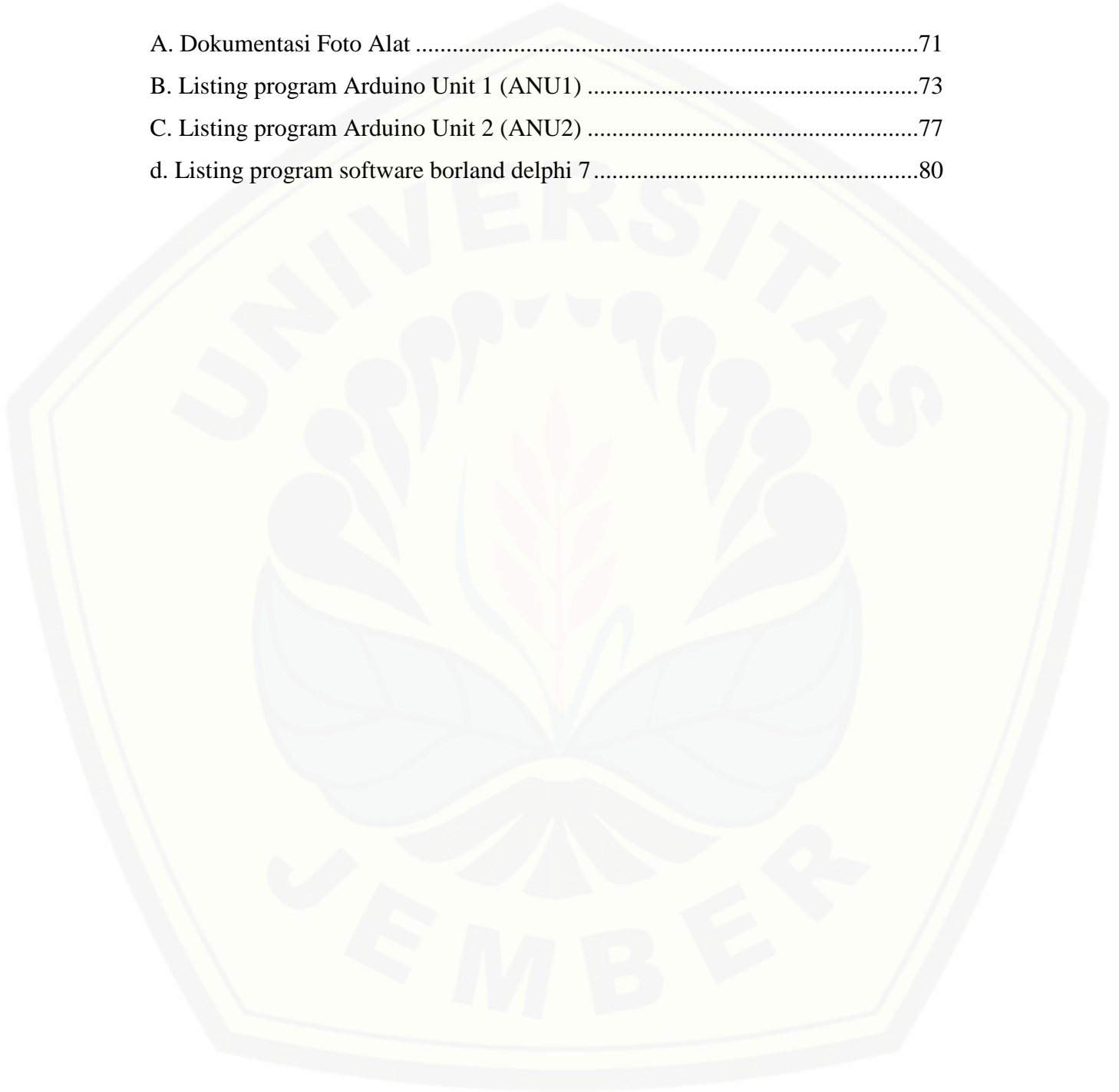
Gambar 4.7 Tampilan komunikasi <i>wireless</i> pada serial monitor.....	49
Gambar 4.8 Pengujian tampilan LCD 16x2.....	51
Gambar 4.9 Pengujian SMS yang di terima <i>user</i>	52
Gambar 4.10 Pengujian <i>software</i> borland delphi 7.....	53
Gambar 4.11 Hasil pengujian <i>software</i> borland delphi 7.....	54
Gambar 4.12 Himpunan fuzzy pada variabel suhu	56
Gambar 4.13 Himpunan fuzzy pada variabel asap.....	57
Gambar 4.14 Himpunan fuzzy pada variabel kondisi <i>output</i>	58
Gambar 4.15 Posisi suhu sebesar 32 °C dalam himpunan <i>IMF of Suhu</i>	59
Gambar 4.16 Posisi asap sebesar 11000 ppm dalam himpunan <i>IMF of Asap</i> ..	60
Gambar 4.17 Posisi <i>output</i> sebesar 2,43 volt dalam himpunan <i>IMF of</i> kondisi <i>Output</i>	61
Gambar 4.18 Grafik hasil pengujian fuzzy	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi arduino uno	20
Tabel 2.2 Spesifikasi Modul Xbee PRO	21
Tabel 3.1 Tabel 3.1 <i>Fuzzy Rule</i>	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian data sensor suhu LM 35 pada ruangan 1.....	42
Tabel 4.2 Hasil pengambilan data sensor suhu LM 35 pada ruangan 2.....	43
Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor asap MQ2 pada ruangan 1	45
Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor asap MQ2 pada ruangan 2	46
Tabel 4.5 Hasil pengujian <i>buzzer</i>	48
Tabel 4.6 Hasil pengujian <i>wireless</i>	49
Tabel 4.7 Hasil pengujian SMS	52
Tabel 4.8 Hasil pengujian <i>capture</i>	55
Tabel 4.9 Hasil pengujian sistem fuzzy	62
Tabel 4.10 Hasil pengujian ruangan 1.....	63
Tabel 4.11 Hasil pengujian pada ruangan 2	64

DAFTAR LAMPIRAN

A. Dokumentasi Foto Alat	71
B. Listing program Arduino Unit 1 (ANU1)	73
C. Listing program Arduino Unit 2 (ANU2)	77
d. Listing program software borland delphi 7	80



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring kemajuan teknologi yang semakin pesat, membuat kehidupan manusia menjadi lebih mudah dan praktis. Dampak kemajuan teknologi lain yang tak kalah penting adalah adanya pengembangan berbagai alat yang dapat membantu dan meringankan beban manusia dalam mengurangi korban jiwa dan kerugian secara materi jika terjadi bencana alam seperti banjir, tanah longsor, gunung meletus, gempa bumi dan kebakaran.

Kebakaran merupakan suatu bencana yang sangat sering terjadi di berbagai tempat dan berakibat sangat merugikan. Mojokerto, Kebakaran hebat terjadi di kawasan Ngoro Industri Persada (NIP) di Blok G Nomor 5-6. Pabrik PT Cort Indonesia yang memproduksi alat musik gitar elektrik dilalap api pada jum'at malam (16/5). Lebih dari separo bangunan pabrik itu ludes. Kerugian ditaksir mencapai miliaran rupiah (www.JawaPos.com). Berita kejadian kebakaran pabrik merupakan bukan hal yang baru bagi kita, namun masih banyak di jumpai kebakaran sering terjadi di pabrik. Umumnya sumber terjadinya kebakaran dapat di sebabkan dari beberapa hal antara lain : lupa mematikan listrik, hubungan arus pendek kabel listrik, lilin dan masih banyak lagi penyebab-penyebabnya. Dalam penanggulangan masalah kebakaran, banyak sekali di temukan kesulitan-kesulitan, seperti sulitnya menemukan sumber api yang menyala, terlambatnya mengetahui waktu kebakaran terjadi, dan kurangnya penanganan yang seimbang antara besar api dengan banyaknya mobil pemadam kebakaran yang di terjunkan, sehingga api akan terus menjalar ke tempat lain dan mengakibatkan kerugian yang semakin besar.

Sehingga di butuhkan suatu sistem untuk mengantifikasi hal tersebut dan mengurangi tingkat persentase terjadinya kebakaran. Diperlukan suatu alat yang mampu mendeteksi adanya kebakaran, mendeteksi waktu kebakaran secara dini, mengetahui lokasi dan kondisi tempat kebakaran. Memecahkan permasalahan maka

perlu di buat suatu sistem pemantau atau pendeteksian pada suatu ruangan jika terdapat asap dan kenaikan suhu yang mengidentifikasi terjadinya suatu kebakaran menggunakan komputer. Sistem ini akan memberikan informasi kepada petugas ruangan, data suhu dan asap akan di kirim ke laptop secara *real time* oleh petugas setempat. Begitu pula untuk pemantauan oleh *user* (petugas PMK) berjarak jauh dapat mengetahui lokasi kebakaran dengan menggunakan sambungan secara *wireless*. Ketika kondisi masuk dalam level deteksi kebakaran menurut hasil pengolahan fuzzy maka petugas akan mendapat informasi melalui pesan pendek (SMS) ke telepon selular petugas ruangan. Ketika petugas ruangan mendapatkan SMS maka saat itu pula *webcam* akan melakukan pengambilan gambar atau *capture* dari lokasi ruangan yang teridentifikasi kebakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini ada beberapa permasalahan yang harus di selesaikan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang perangkat keras sistem pendeteksian kebakaran dengan menggunakan *interface* pada laptop dan pengiriman data secara *wireless* ?
2. Bagaimana merancang sistem *monitoring* data suhu dan asap dari sensor menggunakan *software* borland delphi 7 ?
3. Bagaimana merancang sistem pengiriman pesan singkat SMS dan *webcam* dapat dapat melakukan pengambilan gambar atau *capture* ?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ada beberapa batasan masalah yaitu :

1. *Webcam* dihubungkan pada laptop dan proses *capture* di lakukan oleh *software* borland delphi 7.

2. Sistem pengaktifan SMS dan proses pengambilan gambar atau *capture webcam* tergantung dari logika fuzzy.
3. Tidak membahas apabila jaringan telekomunikasi selular sibuk.
4. Sistem aktif 24 jam dengan asumsi listrik PLN dalam keadaan nyala.

1.4 Tujuan

Penelitian yang di usulkan pada proposal ini memiliki beberapa tujuan diantaranya :

1. Merancang alat pendeteksi merancang perangkat keras sistem pendeteksi kebakaran dengan menggunakan *interface* pada laptop dan pengiriman data secara *wireless*.
2. Merancang sistem *monitoring* data suhu dan asap dari sensor menggunakan *software* borland delphi 7.
3. Merancang sistem pengiriman pesan singkat SMS dan *webcam* dapat dapat melakukan pengambilan gambar atau *capture* menurut logika fuzzy.

1.5 Manfaat

Penelitian yang di usulkan dalam proposal ini memiliki beberapa manfaat diantaranya :

1. Diperolehnya ilmu pengetahuan tentang sistem pendeteksi kebakaran menggunakan logika *fuzzy logic*.
2. Diperoleh sistem data kebakaran secara *real time* berbasis *wireless*.
3. Diperolehnya wawasan atau solusi dalam mendeteksi kebakaran.
4. Diperolehnya tingkat kecilnya kerugian yang di akibatkan oleh kebakaran.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Penelitian Terdahulu

2.1.1 Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via *Handphone* Berbasis Mikrokontroller (Apyandi, 2013)

Pada penelitian ini dilakukan penelitian tentang sistem detektor kebakaran via *handphone* berbasis mikrokontroller adalah sistem yang dapat mendeteksi kebakaran dini. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi kebakaran yaitu sensor api dan sensor asap.

Handphone di fungsikan sebagai perangkat pengirim dan penerima SMS jika sensor mendeteksi adanya indikasi kebakaran dalam satu ruangan. Sensor memberikan sinyal kepada mikrokontroller untuk mengaktifkan *buzzer* dan *handphone* apabila . *Handphone* akan mengirim SMS “ ADA KEBAKARAN “ ke pemilik ruangan atau operator. Pada sensor juga di berikan sebuah motor DC untuk menggerakkan dengan sudut 0° sampai 270° sehingga *monitoring* lebih efektif.

Pada penelitian ini di tekankan pada sistem detektor kebakaran apabila terdapat percikan api dan asap dengan menggunakan sensor api UVITRON dan sensor asap MQ 135. Jadi, pada penelitian hanya membahas bagaimana sistem dapat mengirim SMS bila terjadi kebakaran dan apabila tidak terjadi kebakaran. Pada penelitian ini juga juga hanya membahas aktif atau mati-nya motor DC ketika mendeteksi api. Pada penelitian ini tidak ada *monitoring* nilai api dan asap. Pada penelitian ini juga tidak membahas dimana lokasi tempat dan kondisi kebakaran terjadi.

2.1.2 Prototipe Sistem Telemetri Berbasis Sensor Suhu Dan Sensor Asap Untuk Pemantau Kebakaran Lahan (Lapanporo, 2011)

Pada penelitian ini dilakukan suatu perancangan suatu sistem telemetri berbasis sensor suhu dan asap. Untuk memantau kebakaran lahan. Jenis sensor suhu yang digunakan adalah sensor LM35 dan sensor asap yang digunakan tipe FG200. Untuk perangkat pengubah data *analog* keluaran sensor suhu menggunakan modul RF TX02 pada bagian pemancar (*transmitter*) dan modul FR RXM01 pada bagian penerima (*receiver*) yang mampu melakukan transmisi pada jarak 200 m di udara terbuka. Pada penelitian ini juga sudah dapat di tampilkan dengan menggunakan pemograman Borland Delphi 7.0.

Pada penelitian menggunakan *buzzer* sebagai indikator terjadinya kebakaran. Indikator kebakaran *buzzer* akan aktif apabila muncul asap dan suhu lebih dari 37 °C.

Pada penelitian ini di tekankan pada proses pengiriman data dari sensor suhu dan asap dengan menggunakan sistem telemetri dan akan di tampilkan pada komputer. Pada penelitian ini hanya menggunakan *buzzer* sebagai indikator kebakaran dan tidak menggunakan SMS. Pada penelitian ini juga tidak membahas dimana lokasi tempat dan kondisi kebakaran terjadi.

2.1.3 Sistem Deteksi Suhu Dan Asap Pada Ruangan Tertutup

Memanfaatkan Sensor LM35 Dan Sensor AF30 (Usuman & Ardhi, 2010)

Pada penelitian ini di lakukan penelitian tentang pendeteksian suhu dan asap pada ruangan tertutup. Pendeteksian suhu menggunakan sensor LM35 dan pendeteksian asap menggunakan sensor AF30 dengan menggunakan mikrokontroller AT89S51 sebagai kontrol dan menyalakan pompa air, *buzzer* kipas dan pengiriman SMS sebagai indikator apabila terjadi kebakaran.

Pada penelitian ini melakukan pengujian dengan menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik apabila sumber panas dan sumber asap yang berada dengan jarak kurang lebih 5 cm dari kedua sensor. Pada penelitian ini menggunakan

pesan untuk di kirim ke *user* adalah “*alarm* ruangan aktif segera ditindak lanjuti!” dan mengirim SMS setiap 4 menit jika ruangan aman. Pada penelitian ini tidak membahas *monitoring* perubahan suhu dan asap. Pada penelitian ini juga tidak membahas dimana lokasi tempat dan kondisi kebakaran terjadi.

2.1.4 Pendeteksian Dan Pengamanan Dini Pada Kebakaran Berbasis *Personal Computer* (PC) dengan *Fuzzy Logic* (Widyantara, 2008)

Pada penelitian ini pendeteksian dan pengamanan menggunakan sensor suhu dan sensor asap dengan menerapkan sistem kontrol fuzzy pada pendeteksian kebakaran. Fuzzy diolah dengan menggunakan PC (*Personal Komputer*) dan menggunakan alat penyemprotan air sebagai *output*.

Penelitian ini fokus terhadap pengendalian motor pompa dengan menggunakan sensor suhu dan asap. Jadi dengan kata lain bahwa apabila terdapat input sensor suhu ≥ 45 °C dan sensor asap ≥ 3 volt, maka pompa tersebut akan terpicu dan memulai mendistribusikan air pada ruangan. Karena adanya pendistribusian air ke dalam ruangan maka data suhu dan asap akan berkurang. Jika data sensor suhu ≤ 35 °C dan sensor asap ≤ 2 volt, maka secara otomatis akan mematikan motor pompa.

Pada penelitian ini di fokuskan untuk pengendalian pengamanan dini secara otomatis menggunakan logika fuzzy. Pada penelitian ini menampilkan data pengujian pembacaan suhu dalam derajat celcius dan data sensor asap dalam bentuk tegangan. Pada penelitian ini juga menampilkan *monitoring* suhu dan asap terhadap waktu sehingga diketahui parameter-parameter suhu dan asap. Namun, pada penelitian ini tidak membahas lokasi kebakaran dan tidak membahas peringatan dini menggunakan SMS.

2.2 Kebakaran

Kebakaran adalah peristiwa yang sangat cepat dan tidak dikehendaki. Akibat kebakaran dapat menimbulkan kerusakan atau kerugian yang sangat fatal, hal ini disebabkan ketidakdisiplinan dalam menggunakan bahan-bahan atau peralatan yang digunakan. Sebab lain dari kebakaran adalah karena bencana alam.

Api merupakan reaksi kimia eksotermik yang disertai timbulnya panas/kalor, cahaya (nyala), asap dan gas dan bahan yang terbakar. Proses ini dinamakan reaksi pembakaran.

Pencegahan kebakaran adalah usaha untuk menyadari atau mewaspadai akan faktor-faktor yang menjadi sebab munculnya atau terjadinya kebakaran dan mengambil langkah-langkah untuk mencegah kemungkinan tersebut menjadi kenyataan (Anizar, 2009).

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam ruang *output*. Untuk sistem yang sangat rumit, penggunaan logika fuzzy (*fuzzy logic*) adalah salah satu pemecahannya. Sistem tradisional dirancang untuk mengontrol keluaran tunggal yang berasal dari beberapa masukan yang tidak saling berhubungan. Karena ketidaktergantungan ini, penambahan masukan yang baru akan memperumit proses kontrol dan membutuhkan proses perhitungan kembali dari semua fungsi. Kebalikannya, penambahan masukan baru pada sistem fuzzy, yaitu sistem yang bekerja berdasarkan prinsip-prinsip logika fuzzy. Sistem ini hanya membutuhkan penambahan fungsi keanggotaan yang baru dan aturan-aturan yang berhubungan dengannya (Sri kusumadewi, 2003).

Secara umum, sistem fuzzy sangat cocok untuk penalaran pendekatan terutama untuk sistem yang menangani masalah-masalah yang sulit didefinisikan dengan menggunakan model matematis. Misalkan, nilai masukan dan parameter sebuah sistem bersifat kurang akurat atau kurang jelas, sehingga sulit mendefinisikan model matematikanya.

Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk *linguistik*, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Hal ini berhubungan dengan *set fuzzy* dan teori kemungkinan, yang diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965 (Sri kusumadewi, 2003) .

2.3.1 Struktur Dasar *Fuzzy Logic Controller*

Kontroler logika fuzzy dikategorikan dalam kontrol cerdas (*intelligent control*). Unit logika fuzzy memiliki kemampuan menyelesaikan masalah perilaku sistem yang kompleks, yang tidak dimiliki oleh kontroler konvensional. Secara umum kontroler logika fuzzy memiliki kemampuan sebagai berikut :

1. Beroperasi tanpa campur tangan manusia secara langsung, tetapi memiliki efektifitas yang sama dengan kontroler manusia.
2. Mampu menangani sistem-sistem yang kompleks, non-linier.
3. Memenuhi spesifikasi operasional dan kriteria kinerja.
4. Strukturnya sederhana, kokoh dan beroperasi *real time*.

A. Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu [x]$, memiliki 2 kemungkinan yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Kalau pada himpunan *crisp*, nilai keanggotaan hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu[x]=0$ berarti x tidak menjadi anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki nilai keanggotaan fuzzy $\mu_A[x]=1$ berarti x menjadi anggota penuh pada himpunan A .

Terkadang kemiripan antara keanggoan fuzzy dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengidikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan suatu himpunan fuzzy MUDA adalah 0,9. Maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti muda. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 muda berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak muda. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut yaitu :

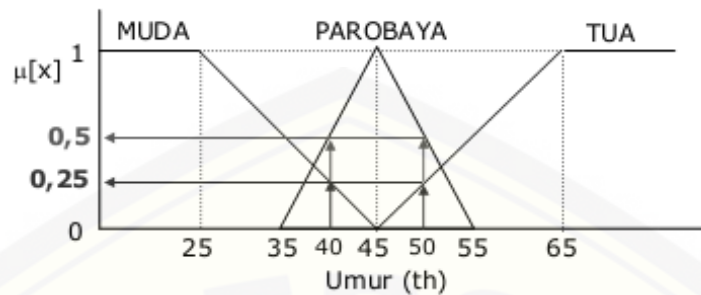
- a. *Linguistik*, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan suatu kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : MUDA, PAROBAYA, TUA.
- b. *Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti : 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

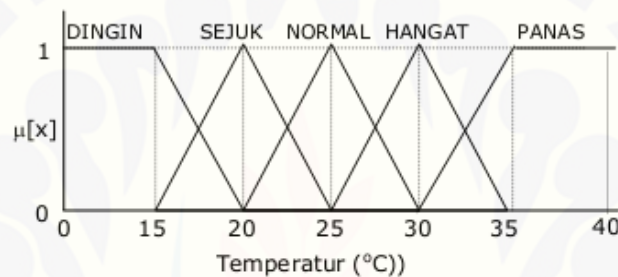
- a. Variable fuzzy
Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.
- b. Himpunan fuzzy
Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

Contoh:

1. Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu : MUDA, PAROBAYA, TUA. (Gambar 2.1)
2. Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu : DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS. (Gambar 2.2)



Gambar 2.1 Himpunan fuzzy untuk variabel umur
(Sumber : Sri Kusumadewi, 2003)



Gambar 2.2 Fuzzyfikasi suhu
(Sumber : Sri Kusumadewi, 2003)

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh :

1. Semesta pembicaraan untuk variabel umur: $[0 + 8)$
2. Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $[0 40]$

d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan.

Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan fuzzy :

- MUDA = [0 45]
- PABOBAYA = [35 55]
- TUA = [45 +8]
- DINGIN = [0 20]
- SEJUK = [15 25]
- NORMAL = [20 30]
- HANGAT = [25 35]
- PANAS = [30 40]

B. Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

1. Representasi Linear
2. Representasi Kurva Segitiga
3. Representasi Kurva Trapesium
4. Representasi Kurva Bentuk Bahu
5. Representasi Kurva-S
6. Representasi Kurva Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

7. Koordinat Keanggotaan

C. Operator Dasar Operasi Himpunan Fuzzy

1. Operator AND

Diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min (\mu_A[x], \mu_B[y])$$

2. Operator OR

Diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen ada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max (\mu_A[x], \mu_B[y])$$

3. Operator NOT

Diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

D. Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

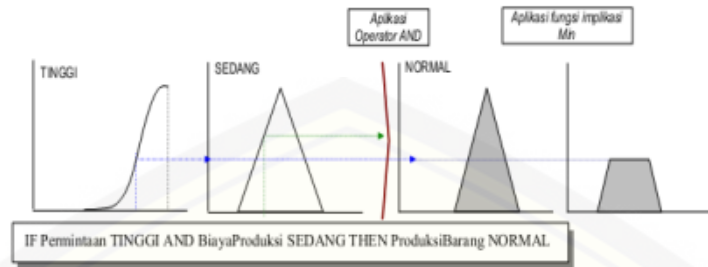
$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \dots (X_x \text{ is } A_x) \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Dengan \cdot adalah operator (misal: OR, AND atau NOT).

Min (*minimum*). Fungsi ini akan memotong *output* himpunan fuzzy. Gambar di bawah menunjukkan salah satu contoh penggunaan fungsi min.



Gambar 2.3 Grafik fungsi minimal
(Sumber : Sri Kusumadewi, 2003)

E. Sistem Interferensi Fuzzy

Prosedur fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non fuzzy (variabel *numerik*) menjadi variabel fuzzy (variabel *linguistik*). Nilai *error* dan *delta error* yang dikuantisasi sebelumnya diolah oleh kontroler logika fuzzy, kemudian diubah terlebih dahulu ke dalam variabel fuzzy. Melalui *membership function* (fungsi keanggotaan) yang telah disusun, maka dari nilai *error* dan *delta error* kuantisasi akan didapatkan derajat keanggotaan bagi masing-masing nilai *error* dan *delta error*.

Pada umumnya aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam bentuk “*IF antecedent THEN consequent*” yang merupakan inti dari relasi fuzzy. Terdapat dua model aturan fuzzy yang digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, yaitu:

1. Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan jika-maka ditunjukkan oleh himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Keluarannya adalah nilai crisp yang diberikan pembobotan aturan dan keseluruhan keluarannya adalah rata-rata pembebanan setiap keluaran aturan. Walaupun metode ini lebih cepat, namun metode ini jarang digunakan karena tidak transparan seperti metode yang lain.

2. Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani dikenal juga metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Basis aturan yang digunakan metode ini adalah

Jika (x1 adalah A1)*(x2 adalah A2)*,....*(xn adalah An)

Maka (y adalah B)

3. Sistem Inferensi Fuzzy Sugeno

Metode Sugeno diperkenalkan oleh Takagi Sugeno Kang pada tahun 1985. Metode Sugeno hampir sama dengan metode Mamdani perbedaannya terletak pada konsekuensi aturan *fuzzy*. Tidak seperti metode Mamdani yang konsekuensinya berbentuk aturan himpunan *fuzzy*, metode Sugeno memiliki konsekuensi berbentuk aturan himpunan *fuzzy*, metode Sugeno memiliki konsekuensi berbentuk konstanta atau persamaan. Secara umum metode Sugeno adalah sebagai berikut.

Jika (x1 adalah A1)*(x2 adalah A2)*(xn adalah An)

Maka (y = f(x1,x2,...., xn)

Dengan f(x1,x2,...., xn) biasanya adalah konstanta polinomial.

Contoh aturan untuk metode Sugeno adalah sebagai berikut.

Jika (x adalah ' positif ') maka (y = 0.1x + 0.6)

Jika (x adalah ' nol ') maka (y = 0.2x + 0.7)

Jika (x adalah ' positif ') maka (y = 0.2x + 0.8)

F. Defuzzification

Merupakan proses kebalikan dari fuzzifikasi yaitu memetakan kembali himpunan fuzzy ke dalam himpunan *crisp* agar keluaran dari sistem fuzzy dapat diproses lebih lanjut. *Input* dari proses defuzzifikasi adalah himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga apabila diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*.

1. Centroid of Area (COA)

$$Z_{COA} = \int_x \mu_a(x)zdz / \int_x \mu_a(x)dz \dots\dots\dots (2.1)$$

$\mu_a(z)$ adalah keluaran dari fungsi keanggotaan.

2. *Bisector of Area* (BOA)

$$\int_0^{z_{BOA}} \mu_A(z) dz = \int_{z_{BOA}}^U \mu_A(z) dz \dots \dots \dots (2.2)$$

$\alpha = \min \{z|z \in Z\}$ dan $\beta = \max \{z|z \in Z\}$. Garis vertical $z = z_{BOA}$ membagi daerah antara $z = \alpha$, $z = \beta$, $y = 0$ dan $y = \mu_A(z)$ menjadi dua daerah yang sama.

3. *Mean of Area* (MOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum. Secara matematis ditulis :

$$Z_{MOM} = \int_z z dz / \int_z dz \dots \dots \dots (2.3)$$

$$Z' = \{Z | \mu_A(Z) = \mu^*\} \dots \dots \dots (2.4)$$

4. *Smallest of Maximum* (SOM)

Solusi *crisp* didapat dengan mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

5. *Largest of Maximum* (LOM)

Solusi *crisp* didapat dengan mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

2.4 SMS

Short Message Service (SMS) (Wiharto, 2005) merupakan sebuah layanan yang banyak diaplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel, memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan dalam bentuk teks. SMS didukung oleh GSM (*Global System For Mobile Communication*), TDMA (*Time Division Multiple Access*), CDMA (*Code Division Multiple Access*) yang berbasis pada telepon seluler yang saat ini banyak digunakan. SMS (Short Message Service) adalah merupakan salah satu layanan pesan teks yang dikembangkan dan distandarisasi

oleh suatu badan yang bernama ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) sebagian dari pengembangan GSM (*Global System for Mobile Communication*) Phase 2, yang terdapat pada dokumentasi GSM 03.40 dan GSM 03.38. Fitur SMS ini memungkinkan perangkat Stasiun Seluler Digital (*Digital Cellular Terminal*, seperti Ponsel) untuk dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai dengan 160 karakter melalui jaringan GSM. SMS dapat dikirimkan ke perangkat stasiun seluler digital lainnya hanya dalam beberapa detik selama berada pada jangkauan pelayanan GSM. Lebih dari sekedar pengiriman pesan biasa, layanan SMS memberikan garansi SMS akan sampai pada tujuan meskipun perangkat yang dituju sedang tidak aktif yang dapat disebabkan karena sedang dalam kondisi mati atau berada di luar jangkauan layanan GSM. Dengan adanya *feature* seperti ini maka layanan SMS juga cocok untuk dikembangkan sebagai aplikasi-aplikasi seperti: *pager*, *e-mail*, dan *notifikasi voice mail*, serta layanan pesan banyak pemakai (*multiple user*). Namun pengembangan aplikasi tersebut masih bergantung pada tingkat layanan yang disediakan oleh operator jaringan.

2.4.1 Karakteristik SMS

Karakteristik utama SMS adalah merupakan sebuah sistem pengiriman data dalam paket yang bersifat *out-of-band* dengan *bandwidth* kecil. Dengan karakteristik ini, pengiriman suatu burst data yang sangat pendek dapat dilakukan dengan efisiensi yang sangat tinggi.

2.4.2 Keuntungan SMS

Pada tingkat minimum keuntungan yang dapat diberikan oleh SMS bagi pemakai meliputi pengiriman notifikasi dan peringatan (*alert*), penyampaian pesan SMS yang terjamin, handal, mekanisme komunikasi dengan biaya rendah, kemampuan untuk menyaring pesan SMS dan menanggapi panggilan secara

selektif sehingga meningkatnya produktifitas *customer*. Untuk fungsionalitas yang lebih canggih, SMS memberikan beberapa keuntungan tambahan bagi *user* yaitu pengiriman pesan SMS ke beberapa *user* sekaligus dalam waktu yang bersamaan, kemampuan menerima informasi yang beragam, dan integrasi dengan aplikasi lain yang berbasis internet dan data.

2.4.3 Cara Kerja SMS

Dalam sistem SMS, mekanisme utama yang dilakukan dalam suatu sistem adalah melakukan pengiriman *short message* dari satu terminal *customer* ke terminal yang lain. Hal ini dapat dilakukan berkat adanya sebuah entitas dalam sistem SMS yang bernama *Short Message Service Center (SMSC)*, disebut juga *Message Center (MC)*. Pada saat pesan SMS dikirim dari handphone (*mobile originated*) pesan tersebut tidak langsung dikirim ke handphone tujuan (*mobile terminated*), akan tetapi terlebih dahulu ke SMSC, baru kemudian pesan tersebut dikirimkan ke *handphone* tujuan. SMSC merupakan sebuah perangkat yang melakukan tugas *store and forward trafik short message*. Di dalamnya termasuk penentuan atau pencarian rute tujuan akhir dari *short message*. Sebuah SMSC biasanya didesain untuk dapat menangani *short message* dari berbagai sumber seperti *Voice Mail System (VMS)*, *Web-based messaging*, *Email Integration*, *External Short Message Entities (ESME)*, dan lain-lain. (Sumber : Wiharto, Yudi. 2011).



Gambar 2.4 Skema Cara Kerja SMS

(Sumber : Wiharto, Yudi. 2011)

2.5 Arduino Uno

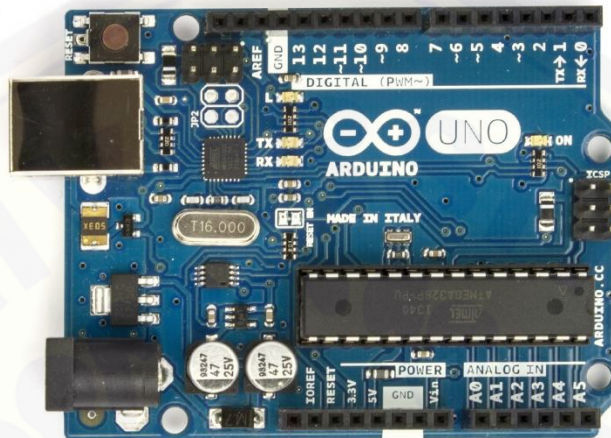
Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif (Dian Artanto, 2012).

Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi.

Kelebihan arduino dari *platform hardware* mikrokontroler lain adalah:

1. IDE Arduino merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.
2. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE *processing*, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan *port* USB, bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki *port serial*.
4. Arduino adalah *hardware* dan *software open source* pembaca bisa *download software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
5. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi.

Board Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang berukuran kecil atau dapat diartikan juga dengan suatu rangkaian berukuran kecil yang didalamnya terdapat komputer berbentuk suatu *chip* yang kecil.



Gambar 2.5 *Board* Arduino Uno

(Sumber :<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)

Pada *hardware* arduino terdiri dari 20 pin yang meliputi:

- a. 14 pin IO digital (pin 0–13)

Sejumlah pin digital dengan nomor 0–13 yang dapat dijadikan *input* atau *output* yang diatur dengan cara membuat program IDE.

- b. 6 pin *input* analog (pin 0–5)

Sejumlah pin analog bernomor 0–5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai *input* yang memiliki nilai analog dan mengubahnya ke dalam angka antara 0 dan 1023.

- c. 6 pin *output* analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11)

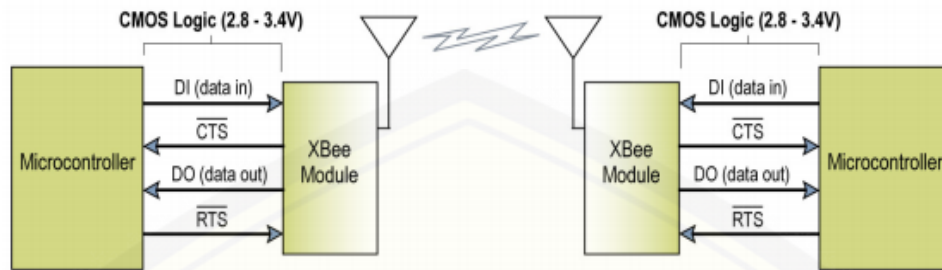
Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin *output* analog dengan cara membuat programnya pada IDE.

Tabel 2.1 Deskripsi arduino uno
(Sumber :<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)

<i>Microcontroller</i>	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Length</i>	68.6 mm
<i>Width</i>	53.4 mm
<i>Weight</i>	25 g

2.6 Modul Wireless Radio Frekuensi 2.4 Ghz XBee PRO

Radio Frequency Tranciever atau pengirim dan penerima *frekuensi* radio ini berfungsi untuk komunikasi secara *full duplex* . Salah satu modul komunikasi *wireless* dengan frekuensi 2.4Ghz adalah XBee-PRO OEM ZigBee / IEEE 802.15.42.4 GHz. *Radio frequency tranciever* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF *receiver* dan RF *transmitter* dengan sistem *interface* serial UART *asynchronous* (Sidik, 2014).



Gambar 2.6 Transciver XBee PRO

(Sumber: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>)



Gambar 2.7 Modul wireless Xbee PRO

(Sumber: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>)

Tabel 2.2 Spesifikasi Modul Xbee PRO

(Sumber: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>)

Platform	XBee ZB	XBee-PRO ZB	Program XBee PRO
<i>Performance</i>			
<i>RF Data Rate</i>	250 Kbps		
<i>Indoor /Urban Range</i>	100 ft (30m)	300 ft (100m)	
<i>Outdoor / RF Line-of-Sight Range</i>	300 ft (100m)	1 miles (1500m)	
<i>Transmitt Power output</i>	1 mW (0 dBm)	60 mW (18dBm) <i>conducted</i>	
<i>Receiver Sensitivity</i>	-92 dBm	-100 dBm	
<i>Features</i>			

<i>Adjustable Power</i>	Yes	
<i>I/O Interface</i>	3,3V CMOS UART,ADC,DIO	3,3V CMOS UART,SPI,PWM
<i>Configuration Method</i>	API or AT command, <i>local or over-the-air</i>	
<i>Frequency Band</i>	2,4 GHz	
<i>Interference Immunity</i>	DSSS (<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>)	
<i>Serial Data Rate</i>	1200 bps-115200 bps	
<i>ADC Input</i>	(4) 10-bit ADC inputs	
<i>Digital I/O</i>	10	
<i>Antenna Options</i>	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector
<i>Operating Temperature</i>	-40 C +85 C	

2.6.1 Keterangan *Datasheet* XBee PRO

1. *Performance*

Untuk Radio Frekuensi data *rate* adalah suatu ukuran yang menyatakan banyaknya data (dalam bit) yang dapat dikirim per satuan waktu. Secara umum data *rate* mempunyai satuan bit per *second* (bps), sedangkan untuk XBee PRO sendiri mempunyai karakteristik kecepatan data *rate* sebesar 250 Kbps. Untuk bentang jarak, kemampuan XBee PRO di dalam ruangan (*indoor*) yaitu sejauh 30 sampai 100 meter, sedangkan untuk di luar ruangan (*outdoor*) sendiri atau alam bebas sejauh 100 meter sampai 1500 m.

Untuk *power transmiternya* atau kekuatan untuk memancarkan sinyal satuan kekuatan signal atau daya pancar (*Signal Strength or Power Level*). XBee PRO memiliki kekuatan 0 dbm didefinisikan sebagai 1 mW (milliWatt) beban daya pancar, sampai batas maksimal memancarkan sinyal sebesar +18 dbm didefinisikan sebagai 60 mw (miliWatt) beban daya pancar. Sedangkan untuk sensitiv *receiver* atau penerimanya sebesar – 100 dbm.

2. *Feature*

Untuk *input/output interface* XBee PRO memiliki 3,3V CMOS serial UART. Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Teknologi CMOS digunakan di mikroprosesor, pengontrol mikro, RAM statis, dan sirkuit logika digital lainnya. Teknologi CMOS juga digunakan dalam banyak sirkuit analog, seperti sensor gambar, pengubah data, dan trimancar terintegrasi untuk berbagai jenis komunikasi. UART atau *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* adalah protokol komunikasi yang umum digunakan dalam pengiriman data serial antara *device* satu dengan yang lainnya. Sebagai contoh komunikasi antara sesama mikrokontroler atau mikrokontroler ke PC (Sidik, 2014).

Komunikasi serial ada dua macam, *asynchronous serial* dan *synchronous serial*. *Synchronous serial* adalah komunikasi dimana hanya ada satu pihak (pengirim atau penerima) yang menghasilkan clock dan mengirimkan clock tersebut bersama-sama dengan data. Contoh penggunaan *synchronous serial* terdapat pada transmisi data keyboard. *Asynchronous serial* adalah komunikasi dimana kedua pihak (pengirim dan penerima) masing-masing menghasilkan clock namun hanya data yang ditransmisikan, tanpa *clock*. Agar data yang dikirim sama dengan data yang diterima, maka kedua *frekuensi clock* harus sama dan harus terdapat sinkronisasi.

Setelah adanya sinkronisasi, pengirim akan mengirimkan datanya sesuai dengan frekuensi clock pengirim dan penerima akan membaca data sesuai dengan frekuensi clock penerima. Contoh penggunaan *asynchronous serial* adalah pada *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART) yang digunakan pada serial port (COM) komputer.

Untuk metode konfigurasi XBee PRO yang digunakan biasanya API -Tool dan AT- command. API-Tools merupakan aplikasi pen jembatan untuk melakukan konfigurasi service, dan melakukan koneksi service lain di network lain pula. API-Tools di bangun menggunakan antar muka, Web-Based, dan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. AT Command adalah perintah-perintah

yang digunakan dalam komunikasi dengan serial port. Komputer ataupun mikrokontroler dapat memberikan perintah AT-Command melalui hubungan kabel data serial ataupun bluetooth. Untuk *interfencyy immunitinya* ini menggunakan *Direct Sequence Code Division Multiple Access*, DSSS adalah salah satu dari pendekatan modulasi spread spectrum untuk pengiriman data digital kecepatan tinggi melalui radio. Pada ADC *input/output* menggunakan 10 bit.

Untuk metode konfigurasi XBee PRO yang digunakan biasanya API -Tool dan AT- command. API-Tools merupakan aplikasi penjembaran untuk melakukan konfigurasi *service*, dan melakukan koneksi *service* lain di *network* lain pula.

Untuk frekuensi band itu sendiri besarnya saat melakukan komunikasi yaitu sebesar 2,4 GHz, dan sedangkan *interference immunitynya* yaitu menggunakan *multipel transmissions* dengan bisa *point to point* atau *point to multipoint*. Untuk laju data serialnya lumayan cepat yaitu sebesar 1200 bps sampai 1Mbps. Untuk pilihan (*option*) antenna yang bisa digunakan dengan menggunakan XBee PRO yaitu Wired whip, U.FL, connector, RPSMA connector. UFL dan RPSMA adalah konektor untuk menghubungkan *card minipci* ke antenna yang mempunyai kualitas bagus.

3. *Network dan Security*

Untuk jaringan dan keamanannya yaitu menggunakan enkripsi. Enkripsi proses mengamankan suatu informasi dengan membuat informasi tersebut tidak dapat dibaca tanpa bantuan pengetahuan khusus. atau bisa didefinisikan juga Enkripsi merupakan proses untuk mengubah plainteks menjadi chiperteks. Planteks sendiri adalah data atau pesan asli yang ingin dikirim, sedangkan Chiperteks adalah data hasil enkripsi. Definisi lain tentang Enkripsi adalah proses mengacak data sehingga tidak dapat dibaca oleh pihak lain (Sidik, 2014).

Enkripsi mempunyai kelebihan dan kekurangan yang diantaranya adalah:

a. Kelebihan dari Enkripsi

- 1) Kerahasiaan suatu informasi terjamin
- 2) Menyediakan autentikasi dan perlindungan integritas pada algoritma *checksum/hash*

3) Menanggulangi penyadapan telepon dan email

b. Kekurangan dari Enkripsi

1) Penyandian rencana teroris

2) Penyembunyian *record* kriminal oleh seorang penjahat

3) Pesan tidak bisa dibaca bila penerima pesan lupa atau kehilangan kunci

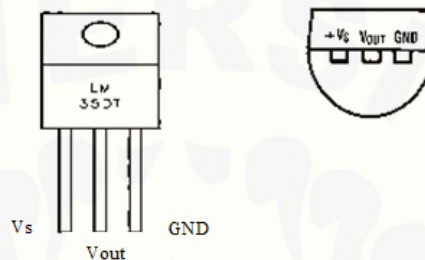
Jadi kesimpulan dari Enkripsi adalah upaya untuk mengamankan data/informasi. Untuk XBee PRO sendiri kapasitas untuk melakukan enkripsi yaitu sebanyak 128 bit AES. *Advanced Encryption Standard* (AES) merupakan standar enkripsi dengan kunci-simetris yang diadopsi oleh pemerintah Amerika Serikat. Standar ini terdiri atas 3 blok cipher, yaitu AES-128, AES-192 and AES-256, yang diadopsi dari koleksi yang lebih besar yang awalnya diterbitkan sebagai Rijndael. Masing-masing cipher memiliki ukuran 128-bit, dengan ukuran kunci masing-masing 128, 192, dan 256 bit. AES telah dianalisis secara luas dan sekarang digunakan di seluruh dunia, seperti halnya dengan pendahulunya.

Untuk *reliable packet delivery* atau dengan kata lain kesuksesan dalam melakukan pengiriman XBee PRO bisa dikatakan berhasil dalam melakukan pengiriman. Hanya kita lihat dari medan yang akan dilalui, kalau mungkin tidak ada hambatan mungkin bisa langsung berhasil, kalau ada hambatan seperti gunung atau lembah dalam proses pengiriman data itu bisa menghambat, mungkin solusinya seperti antena dipole. Untuk *addressing option* atau kata lain pilihan pengalamatan bisa menggunakan *network ID*.

Network ID (Identitas Jaringan) adalah sebuah alamat (*network prefix*) yang dijadikan sebagai identitas dari suatu jaringan. Yang sering menjadi masalah tentunya dalam menentukan *Network ID* tersebut. Permasalahan ini sering ditemukan pada saat melakukan konfigurasi *Routing*. Baik itu *static routing* maupun pada *dynamic routing*.

2.7 Sensor Suhu

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor* (Lapanoro, 2011).



Gambar 2.8 Sensor suhu LM35

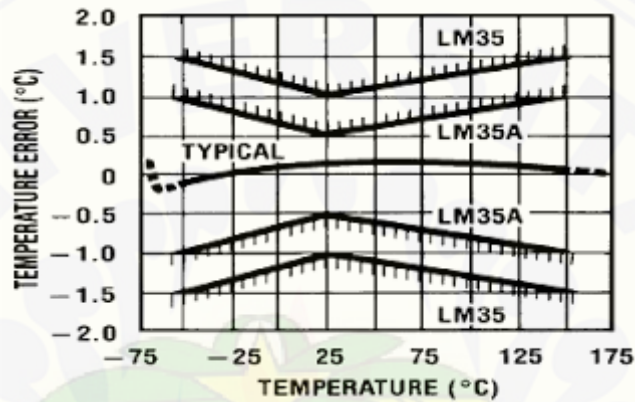
(Sumber : Lapanoro, 2011)

Pada gambar 2.9 menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antara 4 Volt sampai 30 Volt (Lapanoro, 2011).

2.7.1 Karakteristik Sensor LM35

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ setiap kenaikan 1°C , sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C .
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari $60 \mu\text{A}$.

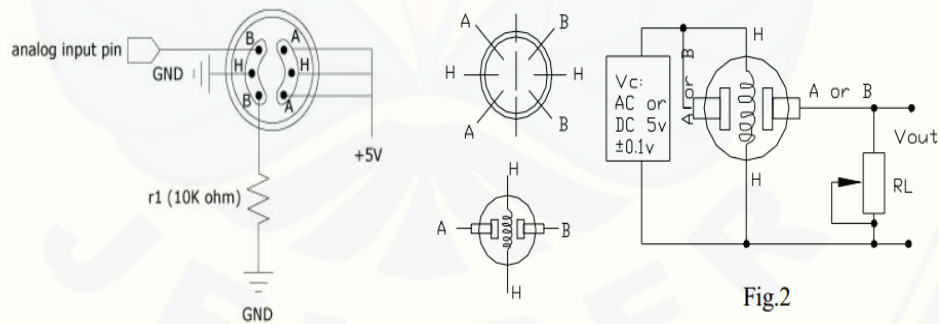
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.



Gambar 2.9 Grafik akurasi LM35 terhadap suhu

(Sumber : Lapanporo, 2011)

2.8 Sensor Asap



Gambar 2.10 Modul sensor MQ2

(Sumber : DatasheetMQ2)

MQ-2 merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mendeteksi kadar gas karbonmonoksida, iso butana, propana, metana, etanol, hidrogen, asap dan

LPG . Sensor akan mendeteksi keberadaan gas yang terkandung dalam asap rokok seperti asap maka resistansi elektrik sensor akan turun. Memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ-2 ini, kandungan gas asap tersebut dapat terdeteksi. Sensor MQ-2 ini memiliki 6 buah masukan yang terdiri dari tiga buah *supply power* (VCC) sebesar +5 volt untuk mengaktifkan *heater* dan sensor, VSS (*Ground*), dan pin keluaran dari sensor tersebut. Pin keluaran dari sensor dihubungkan dengan ADC sebagai *input* pada mikrokontroler. Nilai RL merupakan hambatan yang digunakan untuk mengatur nilai tegangan keluaran.

2.9 IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield

IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS *shield* merupakan modul GSM yang berperan untuk melakukan fungsi pengiriman SMS. Modul ini menggunakan protokol komunikasi UART dalam berkomunikasi data dengan arduino. Modul mempunyai 8 pin yang dapat digunakan untuk di gabungkan dengan arduino (pin 0 sampai pin 7) akan dipakai 2 pin sebagai pin Rx dan Tx yang akan digunakan pada komunikasi UART dengan arduino. Salah satu cara untuk mangaktifkan *power* modul GSM adalah memberi *high/positif pulse* selama 1000 ms, demikian juga menonaktifkan power modul GSM adalah *high/positif pulse* selama 1000 ms.



Gambar 2.11 IComSat v1.1 SIM900 GSM/GPRS shield

(Sumber : Data sheet IComSat v1.1 SIM900 GSM/GPRS shield)

2.10 Webcam

Webcam atau *web camera* adalah sebuah kamera *video* digital kecil yang dihubungkan ke komputer melalui *port USB* ataupun *port COM*. Sebuah *web camera* yang sederhana terdiri dari sebuah lensa standar, dipasang di sebuah papan sirkuit untuk menangkap sinyal gambar, *casing (cover)*, termasuk *casing* depan dan *casing* samping untuk menutupi lensa standar dan memiliki sebuah lubang lensa di *casing* depan yang berguna untuk memasukkan gambar, kabel support, yang dibuat dari bahan yang fleksibel, salah satu ujungnya dihubungkan dengan papan sirkuit dan ujung satu lagi memiliki penghubung, kabel ini dikontrol untuk menyesuaikan ketinggian, arah dan sudut pandang *web camera* (Setian, 2014). *Web camera* memiliki fitur-fitur dan setting yang bermacam-macam, diantaranya adalah:

- 1) *Motion sensing* – *web camera* akan mengambil gambar ketika kamera mendeteksi gerakan.
- 2) *Image archiving* – pengguna dapat membuat sebuah *archive* yang menyimpan semua gambar dari *web camera* atau hanya gambar-gambar tertentu saat *interval pre-set*.
- 3) *Video messaging* – beberapa program messaging mendukung fitur ini.
- 4) *Advanced connections* – menyambungkan perangkat *home theater* ke *web camera* dengan kabel maupun nirkabel.
- 5) *Automotion* – kamera robotik yang memungkinkan pengambilan gambar secara *pan* atau *tilt* dan *setting* program pengambilan *frame* berdasarkan posisi kamera.
- 6) *Streaming media* – aplikasi profesional, setup *web camera* dapat menggunakan kompresi MPEG4 untuk mendapatkan *streaming audio* dan *video* yang sesungguhnya.
- 7) *Custom coding* – mengimport kode komputer pengguna untuk memberitahu *web camera* apa yang harus dilakukan (misalnya *automatically refresh*).

- 8) *AutoCam* – memungkinkan pengguna membuat *web page* untuk *web camera* secara gratis di *server* perusahaan pembuat *web camera*.

Ada beberapa permasalahan yang dihadapi *web camera*. Secara fisik, kamera-kamera yang beredar di pasaran memiliki kesulitan untuk memenuhi kebutuhan personal pengguna karena desainnya yang cukup bergaya namun hanya memiliki sedikit variasi. Lalu, sudut pandang *web camera* disesuaikan tidak langsung dalam cara yang tidak nyaman. Dan juga pengguna banyak menemui kesulitan ketika menyesuaikan posisi *web camera* untuk menangkap gambar (Setian, 2014).



Gambar 2.13 *Webcam*
(Setian, 2014)

2.11 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang dugunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- b. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- a. Dilengkapi dengan *back light*.

BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian “Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS” ini dilakukan pada dua tempat yaitu tempat kos dan kampus Fakultas Teknik. Waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 *Hardware*

1. Arduino Uno
2. LM 35
3. MQ2
4. Xbee Pro
5. IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield
6. *Webcam*
7. LCD
8. *Buzzer*
9. Kabel USB paralel (USB HUB)
10. *Power Supply*
11. Komputer / Laptop

3.2.2 *Software*

1. Arduino IDE
2. Borland Delphi 7
3. Matlab 2010

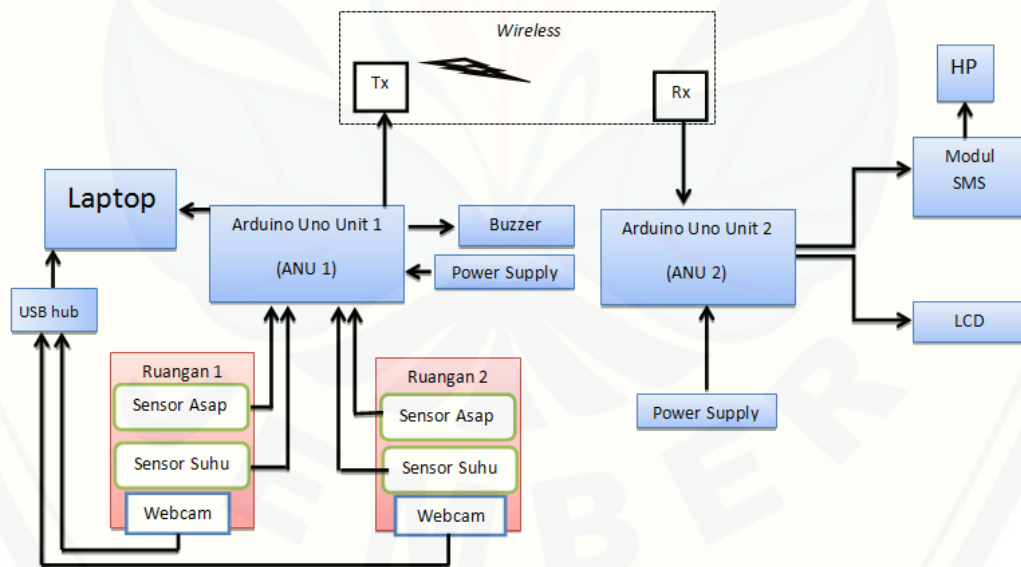
4. Proteus
5. Express PCB
6. Microsoft *Office* 2010

3.3 Tahapan Perancangan

Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap perancangan perangkat keras.
2. Tahap penghubungan perangkat keras.
3. Tahap kalibrasi sensor-sensor.
4. Tahap pengoperasian perangkat lunak.
5. Tahap sinkronisasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.
6. Tahap pengujian dan analisis.

3.4 Diagram Blok



Gambar 3.1 Blok diagram sistem pendeteksi lokasi kebakaran

Penjelasan Diagram blok :

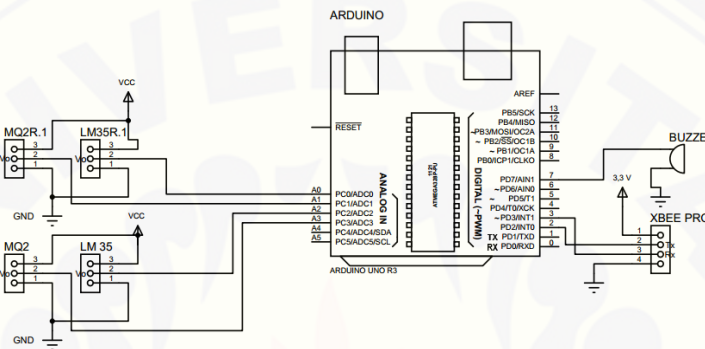
- Sensor asap dan sensor suhu sebagai pembaca asap dan suhu dari pendeteksian adanya asap dan perubahan suhu yang berada pada setiap ruangan.
- ANU 1 (Arduino unit 1) berfungsi sebagai pengolah data dari sensor asap dan sensor suhu untuk dikirim ke laptop dan berfungsi sebagai pengolah logika fuzzy untuk mengaktifkan *buzzer*.
- Laptop berfungsi sebagai perangkat untuk menampilkan data lengkap yang berupa nilai suhu dalam satuan derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$), asap dalam satuan (ppm) untuk melakukan *capture* atau pengambilan gambar melalui *webcam* bila terjadi kebakaran.
- *Buzzer* berfungsi sebagai alarm ketika terjadi kebakaran menurut hasil perhitungan logika fuzzy.
- Port USB paralel (USB hub) digunakan untuk melakukan sambungan kabel *input* dari *webcam* ruangan 1 dan *webcam* ruangan 2 menjadi kabel satu *input* pada laptop.
- *Webcam* ruangan 1 akan aktif melakukan *capture* atau pengambilan gambar apabila terjadi indikasi (menurut logika fuzzy) ruangan 1 terbakar.
- *Webcam* ruangan 2 akan aktif melakukan *capture* atau pengambilan gambar apabila terjadi indikasi (menurut logika fuzzy) ruangan 2 terbakar.
- Tx (*transmitter*) berfungsi sebagai media pengiriman data dari ANU 1 menuju Rx (*receiver*) pada ANU 2 (Arduino unit 2).
- Rx (*receiver*) sebagai penerima data dari *transmitter* menuju ANU 2.
- ANU 2 berfungsi sebagai pengolah data yang diterima dari *receiver* yang menerima tiga bentuk data yaitu besar suhu, ada atau tidaknya asap dan nilai logika fuzzy untuk mengaktifkan modul SMS.
- Modul SMS akan mengirimkan pesan lokasi kebakaran kepada *user* apabila terjadi indikasi (menurut logika fuzzy) ruangan terbakar.
- LCD digunakan untuk menampilkan data suhu dan asap .

3.5 Perancangan sistem

Prototipe deteksi dini pada kebakaran ini terdiri dari sistem perangkat keras dan perangkat lunak, perancangannya adalah sebagai berikut :

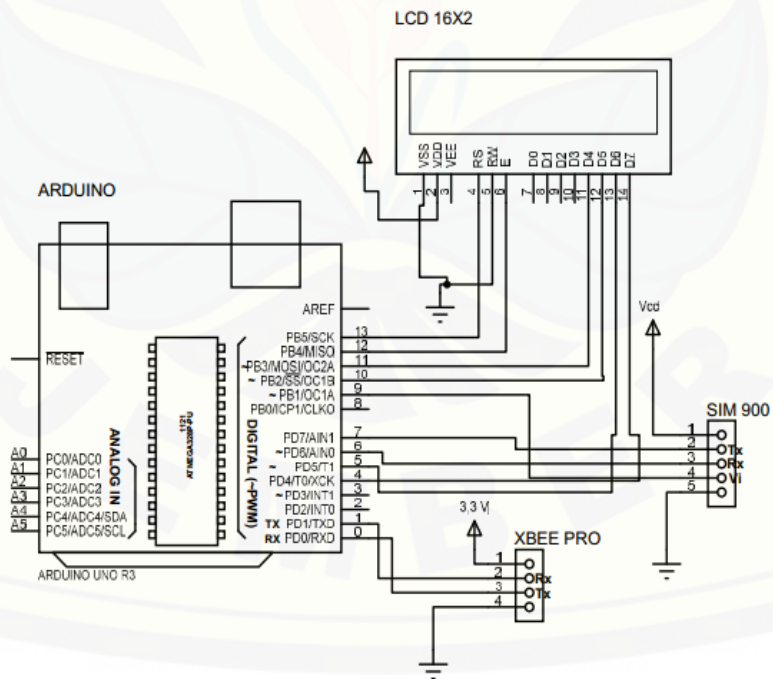
3.5.1 Perancangan dan Pembuatan *Hardware*

a. Perancangan terminal arduino unit 1 (ANU 1)



Gambar 3.2 Rangkaian terminal arduino unit 1 (ANU 1)

b. Perancangan terminal arduino unit 2 (ANU 2)



Gambar 3.3 Rangkaian terminal arduino unit 2 (ANU 2)

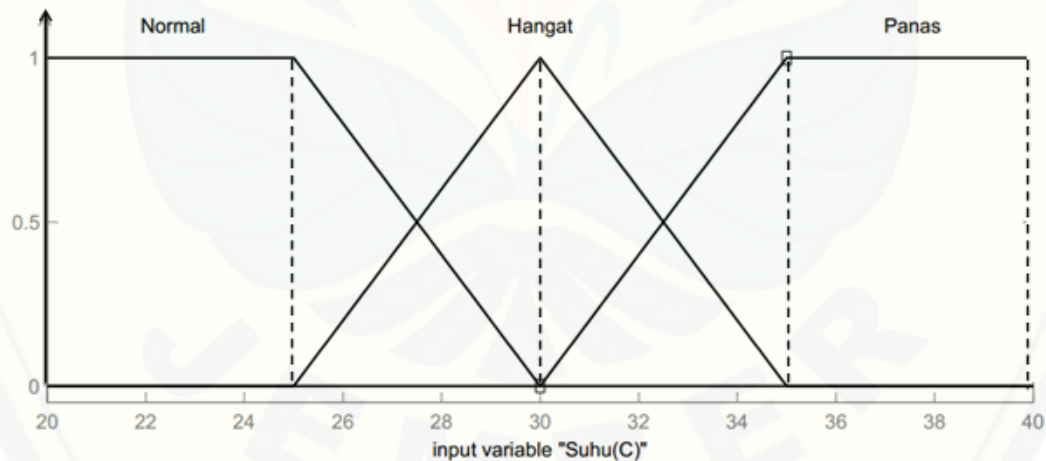
3.4.2 Perancangan dan Pembuatan Logika Fuzzy

Pada perancangan perangkat lunak penelitian saya ini, saya menggunakan algoritma fuzzy dari sistem terdiri dari tiga tahap, yaitu :

1. Fuzzyfikasi

Proses pembuatan modifikasi masukan tegas untuk *input* dan *output*. Pada penelitian saya kali ini saya menggunakan tiga bentuk variabel, yaitu : suhu ($^{\circ}\text{C}$), asap (ppm), dan kondisi (V) dengan *output* pada *buzzer*, SMS, *capture* atau pengambilan gambar pada *webcam*. *Input* saya gunakan suhu dan asap.

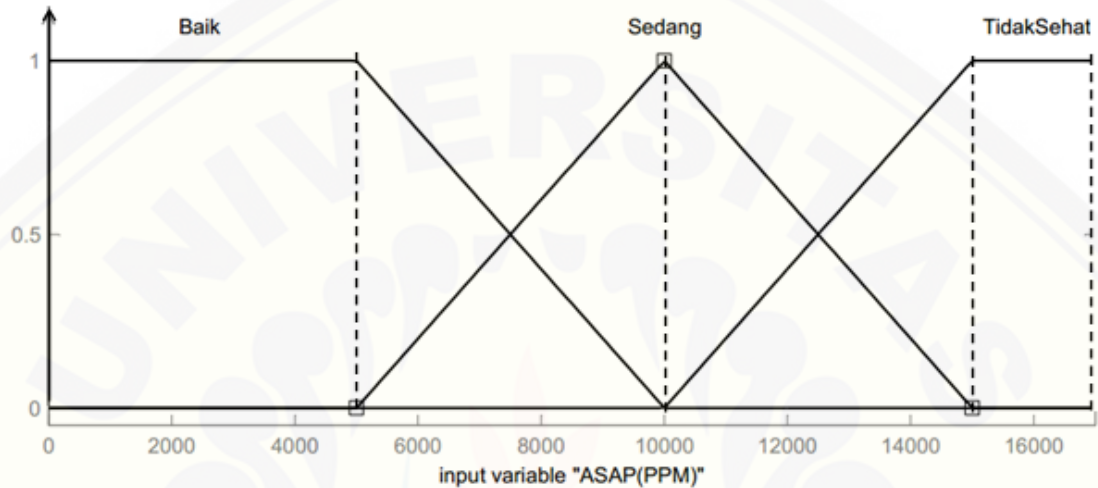
Pada suhu saya menggunakan 3 bentuk himpunan *fuzzy* yaitu normal, hangat dan panas. Kebakaran terjadi biasanya diketahui dengan kenaikan suhu dari udara normal yang naik melebihi suhu normal yaitu sebesar lebih besar dari 30°C . Jadi, dalam penelitian ini semesta pembicaraan untuk variabel suhu adalah $[20\ 40]$. Dengan normal $[20\ 30]$, hangat $[25\ 35]$ dan panas $[30\ 40]$. Sehingga dapat di buat derajat keanggotaan seperti pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.4 Himpunan fuzzy pada variabel suhu

Pada *input* asap saya menggunakan data variabel nilai *part per million* (ppm). Sehingga semesta pembicaraan untuk variabel asap adalah $[0\ 17000]$. Kebakaran

terjadi biasanya diketahui dengan kenaikan asap dari asap pada udara normal yang berubah kondisi menjadi udara diatas normal yaitu lebih besar dari nilai 5000 ppm. Dengan domain baik $[0 \ 10000]$, sedang $[5000 \ 10000]$ dan tidak sehat $[10000 \ 17000]$. Sehingga dapat di buat derajat keanggotaan seperti pada gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.5 Himpunan fuzzy pada variabel asap

Pada kondisi *output* saya menggunakan dua bentuk himpunan *fuzzy* yaitu *on* dan *off*. Semesta pembicaraan untuk variabel *output* adalah $[0 \ 5]$. Dengan domain *on* $[2,5 \ 5]$ dan *off* $[0 \ 2,5]$.

Sehingga dapat di buat derajat keanggotaan seperti pada gambar 3.4 berikut ini :



Gambar 3.6 Himpunan fuzzy pada variabel kondisi *output*

2. Pembuatan basis aturan

Tabel 3.1 *Fuzzy Rule*

Suhu Asap	Baik	Sedang	Tidak Sehat
Normal	Aman	Aman	Aman
Hangat	Aman	Terbakar	Terbakar
Panas	Terbakar	Terbakar	Terbakar

3. Defuzzifikasi

Proses kebalikan dari fuzzifikasi yaitu memetakan kembali himpunan fuzzy ke dalam himpunan *crisp* agar keluaran dari sistem fuzzy dapat diproses lebih lanjut. Metode yang digunakan adalah metode defuzzifikasi menggunakan teknik COA (*Center of Area*). Rumus COA sebagai berikut :

$$Z_{COA} = \int_x \mu_a(x)zdz / \int_x \mu_a(x)dz \dots\dots\dots(3.1)$$

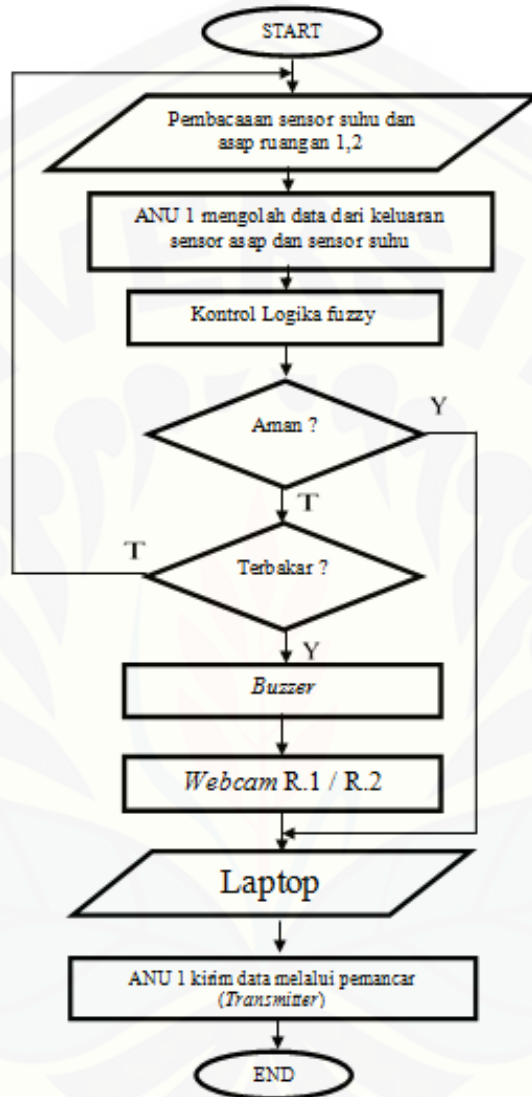
Dimana,

Z_{COA} = Nilai Keluaran

x = Elemen ke x

$\mu_a(x)$ = Derajat keanggotaan pada fuzzy

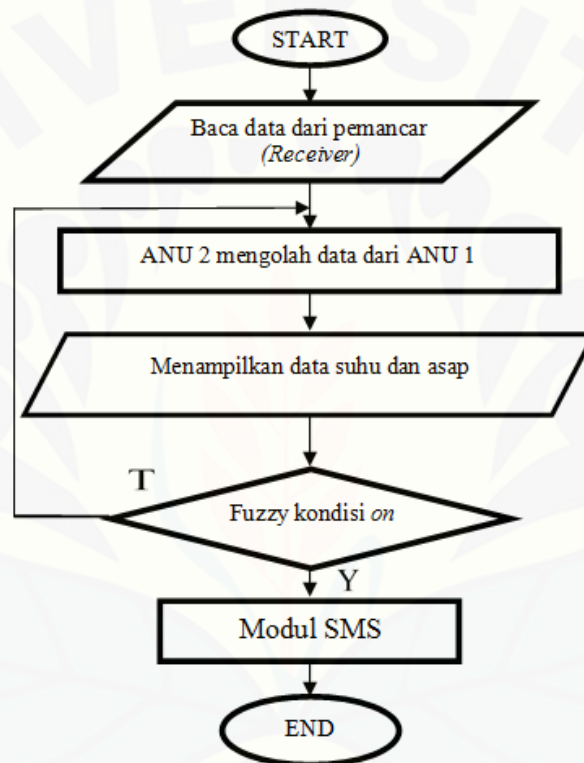
3.5 Flowchart



Gambar 3.7 Flowchart sistem arduino unit 1 (ANU1)

Flowchart pada gambar 3.5 merupakan sistem arduino unit 1 (ANU1) . Sensor asap dan sensor suhu mendeteksi seberapa besar tingkat asap dan suhu yang dapat di terima. Apabila terdapat data suhu dan asap pada ruangan 1 atau ruangan 2 maka arduino unit 1 akan mengolah data dan mengirim pada laptop secara *real time*. Menurut data asap dan suhu yang di dapat di deteksi akan di olah menurut logika

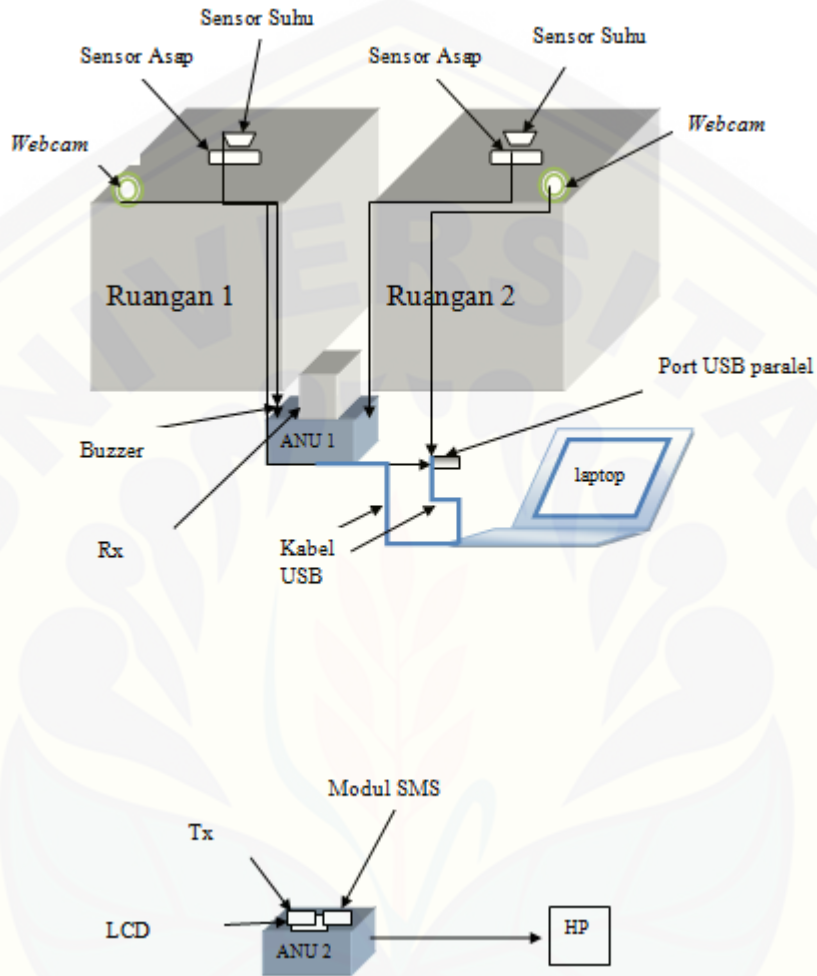
fuzzy pada ruangan 1 atau ruangan 2, bila terdeteksi adanya indikator kebakaran menurut logika fuzzy maka kondisi *output* akan aman dan apabila terjadi kondisi *output* terbakar maka akan di lakukan pengaktifan *buzzer* dan *capture* atau pengambilan gambar pada *webcam* ruangan. Selanjutnya ialah *transmitter* akan mengirim data suhu, asap dan data fuzzy jika terjadi indikasi menuju *receiver* pada arduino unit 2 (ANU 2).



Gambar 3.8 *Flowchart* sistem kerja arduino unit 2 (ANU2)

Pada gambar 3.8 dapat di jelaskan yaitu ketika arduino unit 1 (ANU 1) menerima data melalui *receiver* yang berupa data suhu dan asap yang akan di tampilkan pada LCD dan selanjutnya akan di lakukan proses pembacaan kembali untuk membaca adanya data pengaktifan SMS, yaitu jika terdapat nilai data terdeteksi fuzzy dalam kondisi terbakar maka akan di lakukan pengiriman SMS ke HP *user*.

3.7 Rancangan desain mekanik



Gambar 3.9 Rancangan desain mekanik sistem deteksi lokasi kebakaran

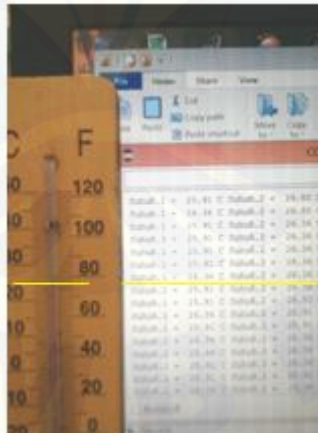


BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam mengalisis hasil “Rancangan *Prototipe* Pendeteksian Dini Lokasi Kebakaran Berbasis *Wireless* Dengan *Fuzzy Logic* Dan Pemberitahuan Via SMS” secara keseluruhan, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Dilakukan dengan pengujian sensor suhu, pengujian sensor asap, pengujian *buzzer*, pengujian pengiriman data *wireless*, pengujian tampilan LCD, pengujian SMS, pengujian perangkat lunak *software* borland delphi 7, pengujian *capture* melalui *webcam*, analisis data *fuzzy logic* dan pengujian keseluruhan sistem.

4.1 Pengujian sensor suhu LM 35

Pada pengujian sensor suhu ini digunakan tampilan pada serial monitor pada *software* arduino IDE dan termometer ruangan. Pada pengujian ini saya menggunakan pemanas untuk menaikkan suhu pada ruangan. Besar suhu dapat di ketahui dengan menggunakan termometer ruangan. Sensor suhu yang digunakan adalah adalah LM35 yang berada di dalam *prototipe* ruangan tertutup berukuran 20x20x50 cm.

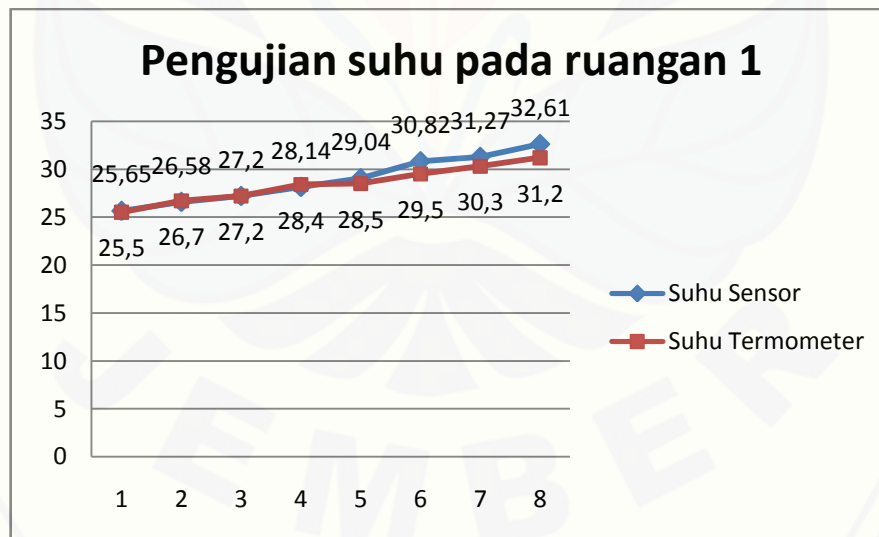


Gambar 4.1 Pengujian sensor suhu LM 35

Pada gambar 4.1 dapat di ketahui bahwa sensor suhu LM35 dapat bekerja dengan baik, hal tersebut di buktikan dengan pembacaan besar suhu oleh sensor 26,36 °C dan pada termometer ruangan sebesar 26,14 °C.

Tabel 4.1 Hasil pengujian data sensor suhu LM 35 pada ruangan 1

No.	Suhu Sensor	Suhu Termometer	Error %
1.	25,65	25,5	0,59 %
2.	26,58	26,7	0,45 %
3.	27,70	27,2	1,84 %
4.	28,14	28,4	0,92 %
5.	29,04	28,5	1,89 %
6.	30,82	29,5	4,47 %
7.	31,27	30,3	3,20 %
8.	32,61	31,2	4,52 %
Rata-rata error %			1,89 %



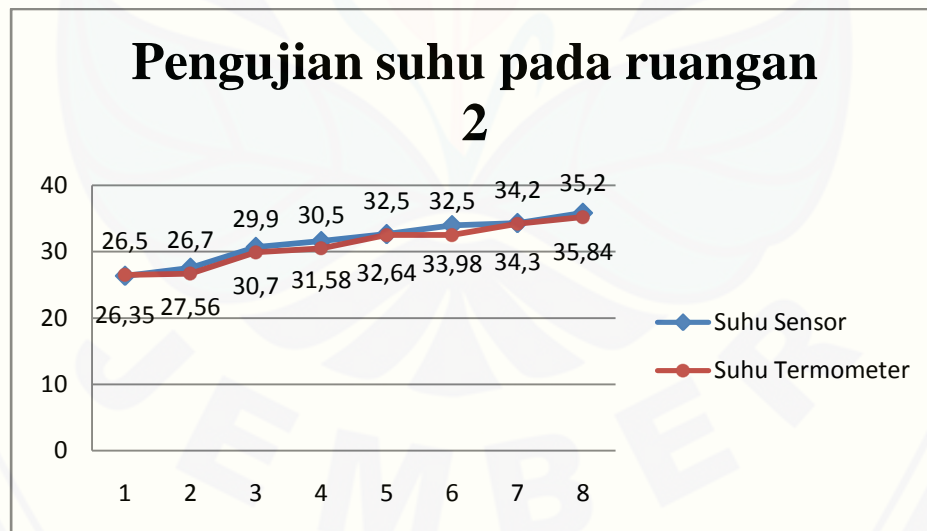
Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian suhu pada ruangan 1

Pada tabel 4.1 dan bentuk grafik seperti pada gambar 4.2 adalah hasil pengujian sensor suhu LM35 pada ruangan 1 suhu terendah terbaca sebesar 25,65 °C,

suhu pada termometer sebesar 25,5 °C dan nilai *error* persen sebesar 0,59 % . Sedangkan pembacaan suhu tertinggi dengan sensor sebesar 32,61 °C, suhu pada termometer adalah sebesar 31,2 °C dan nilai *error* persen sebesar 4,52 %.

Tabel 4.2 Hasil pengambilan data sensor suhu LM 35 pada ruangan 2

No.	Suhu Sensor	Suhu Termometer	Error %
1.	26,35	26,5	0,57 %
2.	27,56	26,7	3,22 %
3.	30,70	29,9	2,68 %
4.	31,58	30,5	3,54 %
5.	32,64	32,5	0,43 %
6.	33,98	32,5	4,55 %
7.	34,30	34,2	0,29 %
8.	35,84	35,2	1,82%
Rata-rata <i>error</i> %			2,00 %



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian suhu pada ruangan 2

Pada tabel 4.2 dan bentuk grafik adalah seperti pada gambar 4.3 adalah hasil pengujian sensor suhu LM35 pada ruangan 2 suhu terendah terbaca sebesar 26,35 °C,

suhu pada termometer sebesar 26,5 °C dan nilai *error* persen sebesar 0,57 % . Sedangkan pembacaan suhu tertinggi dengan sensor sebesar 35,84 °C, suhu pada termometer adalah sebesar 35,2 °C dan nilai *error* persen sebesar 1,82 %.

Tabel perbandingan suhu yang dibaca oleh sensor LM35 dengan termometer ruangan pengujian waktu di berikan pemanas di dapatkan *error* persen (%), dengan menggunakan rumus *error* persen dengan rumus pada 4.1 sebagai berikut :

$$Error\% = \left| \frac{HT - HP}{HT} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

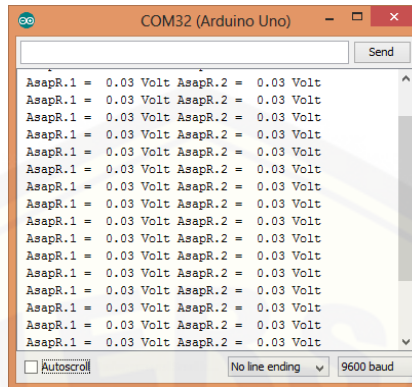
HT = Hasil Teori (Suhu Termometer)

HP = Hasil Pengukuran (Suhu sensor)

Dari data diatas dapat dijelaskan bahwa rata-rata nilai *error* persen (%) pada ruangan 1 sebesar 1,89 % dan pada ruangan 2 sebesar 2,00 % membuktikan pengkalibrasian yang dilakukan pada acuan sensor suhu sudah akurat.

4.2 Pengujian sensor asap MQ2

Pada pengujian sensor asap ini digunakan pembacaan *serial monitor* pada *software* arduino IDE. Pada pengujian ini saya memakai asap dari pembakaran plastik dan asap rokok yang di bakar secara bersamaan untuk digunakan memberikan aksi pada sensor. Besar asap yang merupakan bentuk keluaran sudah dalam bentuk tegangan dapat di ketahui dengan menggunakan tampilan pada serial monitor dan dengan kalibrasi menggunakan voltmeter yang di ukur pada *output* MQ2. Sensor asap yang digunakan adalah MQ2 yang berada di dalam *prototipe* ruangan tertutup berukuran 20x20x50 cm. Dengan kondisi pemberian sumber asap pembakaran plastik berada pada dasar *prototipe* ruangan yaitu dengan jarak 50 cm dari sensor MQ2.



Gambar 4.4 Pengujian sensor asap MQ2

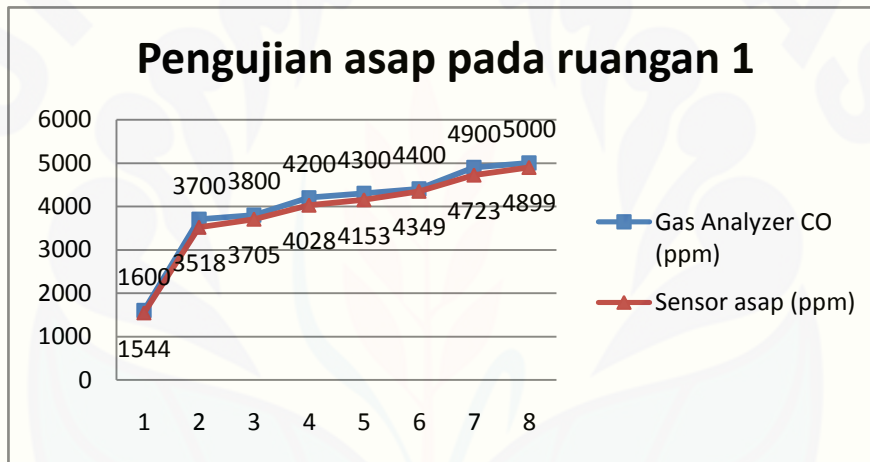
Pada saat MQ2 bekerja pada kondisi udara normal tegangan *output* dari sensor MQ2 sebesar 0,03 volt, hal ini di sebabkan karena sensor MQ2 membaca adanya partikel-partikel kecil di sekitar ruangan yang terkandung adanya karbon monoksida (CO), hal tersebut juga di buktikan dengan pembacaan oleh alat *gas analyzer* yaitu dapat membaca adanya karbon monoksida (CO) pada udara normal saat kalibrasi adalah sebesar 500 ppm. Karbon monoksida ini termasuk polutan yang berada di udara yang salah satunya di sebabkan oleh hasil dari pembakaran dan asap kendaraan bermotor.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor asap MQ2 pada ruangan 1

No.	Gas Analyzer CO (ppm)	Sensor Asap (ppm)	Error persen (%)
1.	1600	1544	3,50
2.	3700	3518	4,92
3.	3800	3705	2,50
4.	4200	4028	4,10
5.	4300	4153	3,42
6.	4400	4349	1,16

7.	4900	4723	3,61
8.	5000	4899	2,02
Rata-rata <i>error</i> %			3,15

Pada tabel 4.3 dan bentuk grafik seperti pada gambar 4.5 adalah hasil pengujian sensor suhu MQ2 pada ruangan 1 asap terendah terbaca sebesar 1600 ppm, suhu pada gas analyzer sebesar 1544 ppm dan nilai *error* persen sebesar 3,50 % . Sedangkan pembacaan asap tertinggi dengan sensor sebesar 5000 ppm, asap pada gas analyzer adalah sebesar 4899 ppm dan nilai *error* persen sebesar 2,02 %.



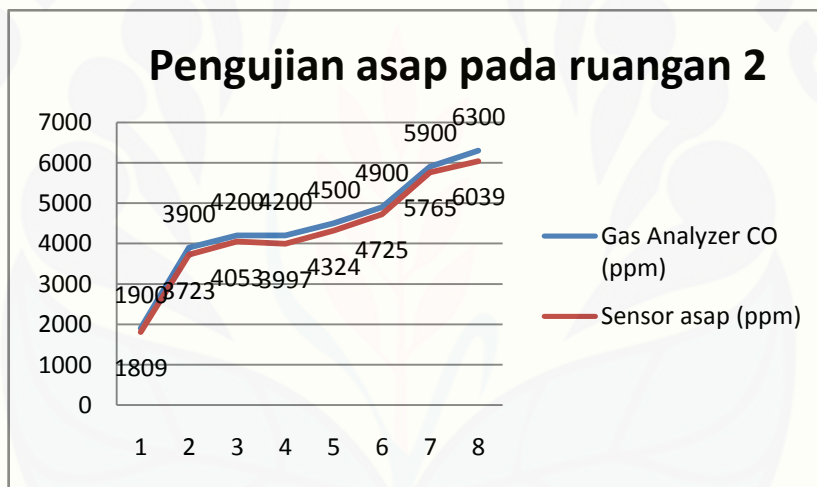
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian asap pada ruangan 1

Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor asap MQ2 pada ruangan 2

No.	Gas Analyzer CO (ppm)	Sensor Asap (ppm)	Eror persen (%)
1.	1900	1809	4,79
2.	3900	3723	4,54
3.	4200	4053	3,50
4.	4200	3997	4,83
5.	4500	4324	3,91

6.	4900	4725	3,57
7.	5900	5765	2,29
8.	6300	6039	4,14
Rata-rata <i>error</i> %			3,95

Pada tabel 4.4 dan grafik adalah seperti pada gambar 4.3 adalah hasil pengujian sensor suhu MQ2 pada ruangan 2 asap terendah terbaca sebesar 1809 ppm, asap pada gas analyzer sebesar 1900 ppm dan nilai *error* persen sebesar 4,79 % . Sedangkan pembacaan suhu tertinggi dengan sensor sebesar 6039 ppm, asap gas analyzer adalah sebesar 6300 ppm dan nilai *error* persen sebesar 4,14 % .



Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian asap pada ruangan 2

Tabel perbandingan suhu yang dibaca oleh sensor MQ2 dengan gas analyzer ruangan ketika di berikan asap di dapatkan *error* persen (%), dengan menggunakan rumus *error* persen dengan rumus pada 4.1 sebagai berikut :

$$Error\% = \left| \frac{HT - HP}{HT} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

HT = Hasil Teori (Asap Gas analyzer)

HP = Hasil Pengukuran (Sensor MQ2)

Dari data diatas dapat dijelaskan bahwa rata-rata nilai *error* persen (%) pada ruangan 1 sebesar 3,15 % dan pada ruangan 2 sebesar 3,95 % membuktikan pengkalibrasian yang dilakukan pada acuan sensor suhu sudah akurat.

4.3 Pengujian *buzzer*

Buzzer yang digunakan adalah 5 V DC. Pada *buzzer* ini digunakan untuk memberi bunyi alarm apabila keadaan ruangan 1 atau ruangan 2 terdeteksi adanya kebakaran menurut logika fuzzy.

Tabel 4.5 Hasil pengujian *buzzer*

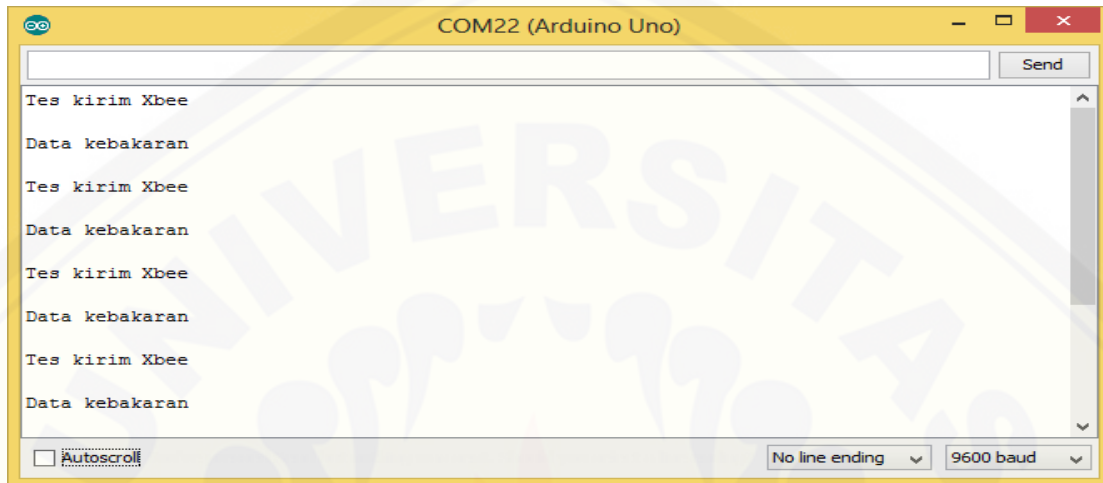
No.	Logika	Tegangan <i>Output</i> (V)	Kondisi <i>Buzzer</i>	Hasil
1.	0	0 -1 V	Mati	Berhasil
2.	1	5 V	Aktif	Berhasil

Pada Tabel 4.5 pengujian *buzzer* meliputi pengujian berdasarkan logika yang dikeluarkan oleh arduino, maka *buzzer* aktif apabila mendapatkan logika 1 dan akan mati apabila mendapat logika 0. Hal ini disebabkan terjadi karena ketika pin *output* arduino berlogika 1 sama dengan output sebesar 5 volt yang berfungsi untuk mengaktifkan *buzzer* dan apabila pin *output* arduino berlogika 0 sama dengan output sebesar 0-1 volt yang berfungsi untuk mematikan *buzzer*.

4.4 Pengujian pengiriman data *wireless*

Pada pengiriman data secara *wireless* menggunakan dua modul xbee pro 60 mW. Pengujian xbee pro saya gunakan dengan menghubungkan antara setiap modul xbee terhubung dengan setiap arduino untuk dapat saling berkomunikasi. Sistem komunikasi menggunakan sistem *half duplex*, yang merupakan bentuk pengiriman data antara ANU1 dan ANU2 terjadi secara bergantian. Pada modul *wireless* satu berfungsi sebagai *transmitter* (Tx) yang terhubung pada ANU1 dan modul *wireless* dua berfungsi sebagai *receiver* (Rx) yang terhubung dengan ANU2. Pengujian untuk

melihat hasil komunikasi antara pengiriman data yang dilakukan *transmitter* dan di terima oleh *receiver* dapat dilakukan dengan menggunakan serial monitor.



Gambar 4.7 Tampilan komunikasi *wireless* pada serial monitor

Pada proses pengambilan data hasil pengujian *wireless* dilakukan pengujian pada ruangan terbuka atau *outdoor* dengan kondisi *wireless* berada pada posisi sekitar 1 meter dari permukaan tanah, terdapat beberapa pohon, dan terdapat jalan raya. Hasil pengujian dapat di lihat pada tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.6 Hasil pengujian *wireless*

No.	Jarak (meter)	Data Dikirim	Data Diterima	Hasil Pengujian	
				Berhasil	Gagal
1.	150	6	6	√	
2.	160	6	6	√	
3.	170	6	6	√	
4.	180	6	6	√	
5.	190	6	6	√	

6.	200	6	6	√	
7.	210	6	6	√	
8.	220	6	6	√	
9.	230	6	6	√	
10.	240	6	6	√	
11.	250	6	6	√	
12.	260	6	6	√	
13.	270	6	4		√
14.	280	6	3		√
15.	290	6	1		√

Pada tabel hasil pengujian *wireless* dapat di ketahui dengan melihat hasil komunikasi oleh antara *transmitter* dengan *receiver* yang terhubung dengan serial monitor. Pengiriman di lakukan dengan menggunakan data yaitu suhu, asap dan *output fuzzy* sebanyak 6 data melalui *transmitter* dan dapat di terima oleh *receiver* sebesar 6 data adalah sejauh 260 m. Selisih pengujian setiap 10 m, hasil data menunjukkan jarak sebesar 150 m sampai 260 m *wireless* berhasil melakukan komunikasi. Sedangkan pengujian pada jarak 270 m sampai 290 m komunikasi mulai mengalami kegagalan.

Menurut data hasil pengujian tersebut dapat di ketahui bahwa komunikasi *wireless* yang terjadi sangat baik. Hal tersebut di karenakan menurut *datasheet* jarak yang dapat di jangkau xbee pro 60mW adalah 100 m sampai 1600 m. Pada penggunaan dengan jarak jauh dapat dilakukan penambahan antena yang berguna sebagai penguat sinyal misalnya antena *wire whip*, U.FL, atau RPSMA. Kegagalan dapat di lihat pada perbedaan data yang dikirim dengan data yang di terima. Kegagalan penerimaan data yang tidak sesuai dengan data yang dikirim dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti *packet loss* dan *noise* atau derau.

Packet loss merupakan kegagalan transmisi paket data untuk mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, antara lain: terjadinya *overload trafik* didalam jaringan dan tabrakan dalam jaringan. Sedangkan *noise* atau derau adalah sinyal-sinyal yang mengganggu seperti suara, motor dan petir.

4.5 Pengujian tampilan LCD 16x2

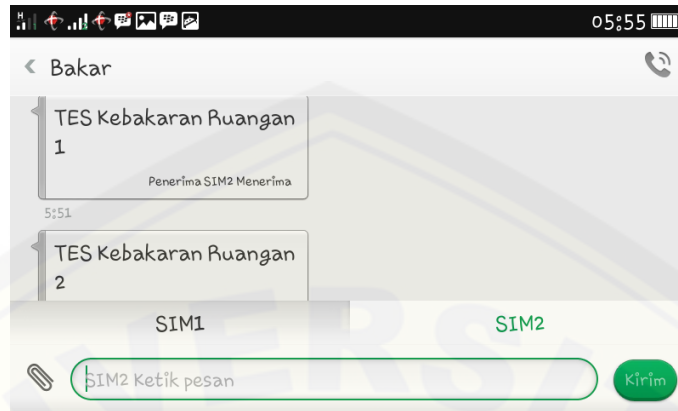
Pada arduino unit 2 (ANU2) dihubungkan dengan LCD *display 16x2* yang digunakan untuk menampilkan data yang berupa nilai suhu dan asap pada setiap ruangan. LCD ini akan menampilkan nilai yang di terima oleh *receiver* pada Xbee pro. Data yang di terima Xbee pro akan di kirim melalui Tx Xbee pro menuju Rx arduino yang kemudian diolah oleh arduino unit 2 (ANU2) untuk di tampilkan pada LCD.



Gambar 4.8 Pengujian tampilan LCD 16x2

4.6 Pengujian SMS

Pengujian SMS dilakukan dengan menggunakan menggunakan tipe modul IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield, modul ini sudah *compatible* dengan arduino. Untuk mengaktifkan modul IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield dapat bekerja mengirim SMS dapat digunakan kondisi *hight* atau 1 pada pin 9 selama minimal 400 μ s dan begitu pula untuk menonaktifkan IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield diberikan kondisi *low* atau 0 pada pin 9 selama 400 μ s. Hasil pengujian SMS dapat di lihat pada gambar 4.4 berikut ini :

Gambar 4.9 Pengujian SMS yang di terima *user*

SMS akan dikirim oleh modul GSM sim900 menuju HP *user* tergantung dari lokasi ruangan 1 atau ruangan 2 yang terjadi indikasi kebakaran menurut logika fuzzy.

Tabel 4.7 Hasil pengujian SMS

No.	Lokasi Ruangan	Teks SMS di HP <i>user</i>	Hasil Pengujian
1.	Ruangan 1	Bahaya Kebakaran R 1	Berhasil
2.	Ruangan 2	Bahaya Kebakaran R 2	Berhasil
3.	Ruang 1 dan ruang 2	Bahaya Kebakaran R 1 dan R 2	Berhasil

4.7 Pengujian perangkat lunak dengan borland delphi 7

Pada pengujian perangkat lunak dengan menggunakan *software* borland delphi 7. Pada pengaktifan *software* borland delphi 7 dilakukan terlebih dahulu sambungan *webcam* dengan laptop. Tampilan *software* borland delphi 7 dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut ini :

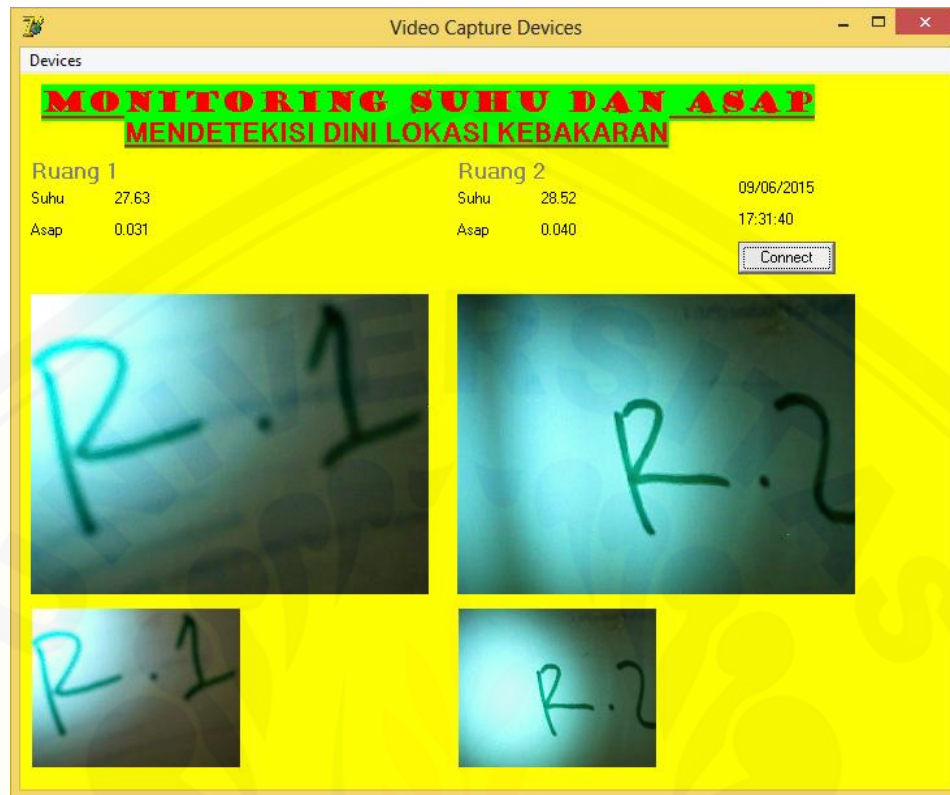


Gambar 4.10 Pengujian *software* borland delphi 7

Ketika setelah program *software* delphi 7 aktif, maka akan di lakukan percobaan koneksi *interface* dengan menghubungkan arduino unit 1 (ANU1) melalui sambungan USB pada laptop dan mengaktifkan *button connect*.

Pada tampilan gambar 4.8 tersebut dapat dilihat bahwa data yang di olah pada ANU1 dapat di tampilkan dan terjadi *interface* antara ANU1 dengan delphi 7 berjalan cukup baik. Pada tampilan di atas dapat diketahui bahwa terdapat data suhu dan asap pada ruang 1 dan ruang 2, juga menampilkan kondisi ruangan melalui *webcam* yang terpasang pada tiap ruangan.

Pada tampilan dengan menggunakan borland delphi 7 juga terdapat kondisi gambar akan di lakukan *capture* oleh *webcam* ketika terdapat indikasi terjadinya kebakaran. Indikasi terjadinya kebakaran terjadi berdasarkan logika fuzzy yang bekerja. Sehingga tampilannya dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini :


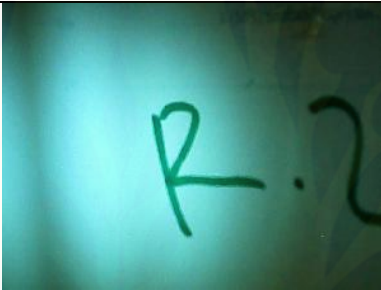


Gambar 4.11 Hasil pengujian *software* borland delphi 7

4.8 Pengujian pengambilan gambar oleh *webcam*

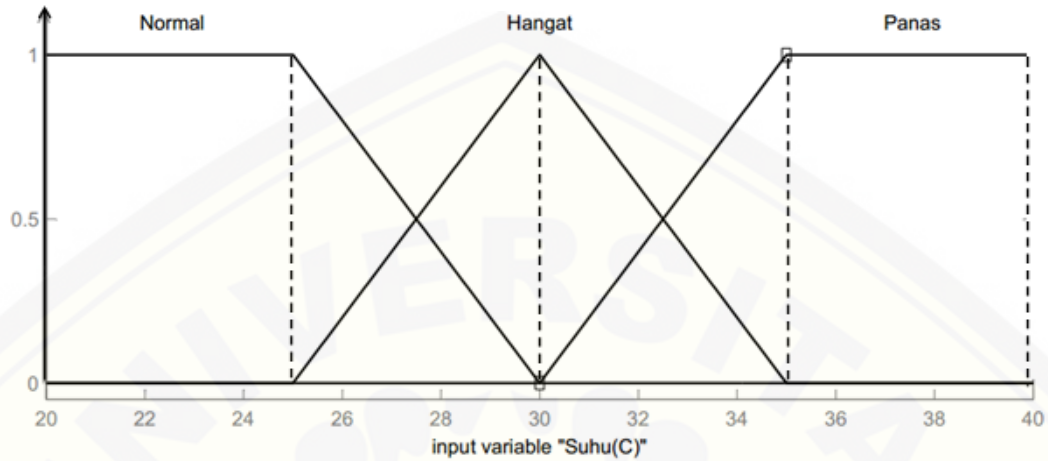
Webcam terpasang pada pojok atas *prototipe* ruangan yang berukuran 20x20x50cm. *Webcam* dapat melakukan *capture* difungsikan untuk memberikan informasi pada *user* yang memantau melalui laptop pada setiap ruangan, sehingga ketika terjadi kondisi kebakaran *user* dapat melihat aktifitas atau kondisi yang terjadi kebakaran pada tiap ruangan. *Webcam* 1 dan *webcam* 2 dihubungkan dengan laptop dengan menggunakan tambahan perangkat USB HUB, sehingga dalam penghubungan dengan laptop lebih efisien karena hanya menggunakan satu *port* USB yang terhubung dengan laptop. Pengujian pengambilan gambar atau *capture* oleh *webcam* di lakukan dengan menggunakan *software* borland delphi 7.

Tabel 4.8 Hasil pengujian *capture*

No.	Lokasi Ruang	Gambar <i>Capture Webcam</i>	Hasil Pengujian
1.	Ruang 1		Berhasil
2.	Ruang 2		Berhasil

Pada pengujian *webcam* ini, ketika aplikasi borland delphi 7 dalam kondisi aktif, maka kondisi *webcam* sudah dapat bekerja. Ketika ruangan 1 atau ruangan 2 mendeteksi adanya indikasi kebakaran maka *webcam* akan secara otomatis melakukan pengambilan data atau *capture* pada ruangan yang terindikasi terjadinya kebakaran menurut logika fuzzy yang di olah oleh arduino unit 1 (ANU1).

4.9 Pengujian data fuzzy



Gambar 4.12 Himpunan fuzzy pada variabel suhu

1. Himpunan Normal

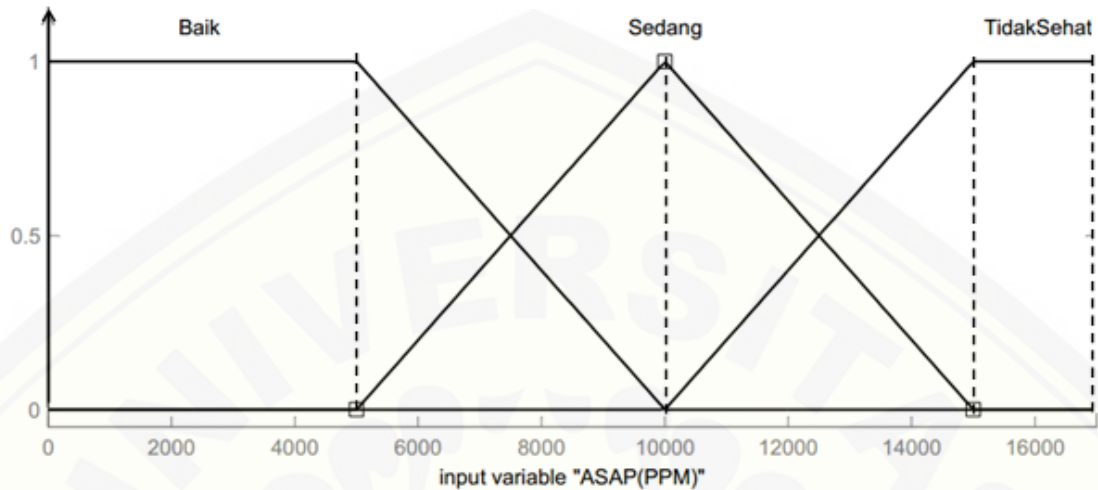
$$\mu_{NORMAL}(s) = \begin{cases} 1; & s \leq 25 \\ \frac{30-s}{30-25}; & 25 \leq s \leq 30 \\ 0 & s \geq 30 \end{cases}$$

2. Himpunan Hangat

$$\mu_{HANGAT}(s) = \begin{cases} 0; & s \leq 25 \text{ atau } s \geq 35 \\ \frac{s-25}{30-25}; & 25 \leq s \leq 30 \\ \frac{35-s}{35-30}; & 30 \leq s \leq 35 \end{cases}$$

3. Himpunan Panas

$$\mu_{PANAS}(s) = \begin{cases} 0; & s \leq 30 \\ \frac{s-30}{35-30}; & 30 \leq s \leq 35 \\ 1; & s \geq 35 \end{cases}$$



Gambar 4.13 Himpunan fuzzy pada variabel asap

1. Himpunan Baik

$$\mu_{\text{Baik}}(a) = \begin{cases} 1; & a \leq 5000 \\ \frac{(10000 - a)}{(10000 - 5000)}; & 5000 \leq a \leq 10000 \\ 0; & a \geq 10000 \end{cases}$$

2. Himpunan Sedang

$$\mu_{\text{SEDANG}}(a) = \begin{cases} 0; & a \leq 5000 \text{ atau } a \geq 15000 \\ \frac{a - 5000}{10000 - 5000}; & 5000 \leq a \leq 10000 \\ \frac{15000 - a}{15000 - 10000}; & 10000 \leq a \leq 15000 \end{cases}$$

3. Himpunan Tidak Sehat

$$\mu_{\text{Tsehat}}(a) = \begin{cases} 0; & a \leq 10000 \\ \frac{a - 10000}{15000 - 10000}; & 10000 \leq a \leq 15000 \\ 1; & a \geq 15000 \end{cases}$$

Gambar 4.14 Himpunan fuzzy pada variabel kondisi *output*

1. Himpunan aman

$$\mu_{aman}(k) = \begin{cases} 1; & k \leq 2 \\ \frac{(2,5 - k)}{(2,5 - 2)}; & 2 \leq k \leq 2,5 \\ 0; & k \geq 2,5 \end{cases}$$

2. Himpunan terbakar

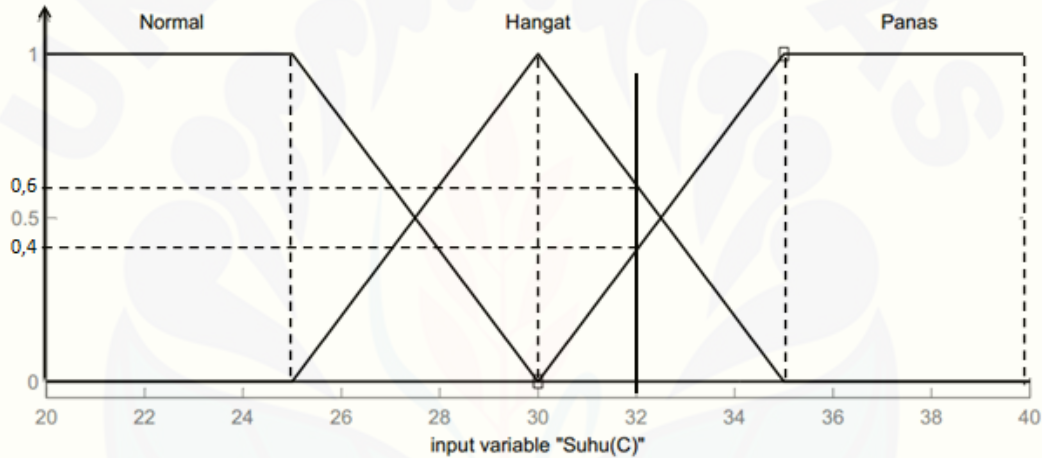
$$\mu_{terbakar}(k) = \begin{cases} 0; & k \leq 2,5 \\ \frac{k - 2,5}{3 - 2,5}; & 2,5 \leq k \leq 3 \\ 1; & k \geq 3 \end{cases}$$

Dengan menggunakan *membership function* untuk input suhu, asap dan *output* berupa pengaktifan *on* atau *off*, maka proses selanjutnya adalah tahapan proses dalam *fuzzy controller*. *Fuzzy controller* atau bisa disebut fuzzifikasi adalah proses mengubah *crisp input* menjadi *input fuzzy*.

Dalam perhitungan fuzzifikasi secara matematis dapat di operasikan sebagai berikut seperti *input* asap sebesar 11000 ppm dan suhu sebesar 32 °C maka perhitungan sebagai berikut :

1. Suhu sebesar 32 °C masuk dalam himpunan *IMF of Suhu* sebagai anggota hangat dan panas, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat di tuliskan sebagai berikut :

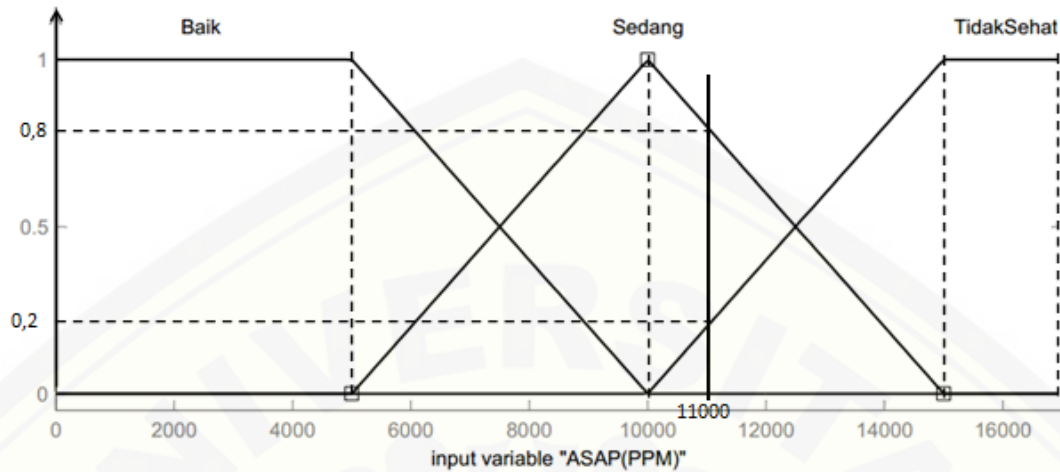
- $\mu_s Normal(s) = 0$
- $\mu_s Hangat(s) = \frac{35-s}{35-30} = \frac{35-32}{5} = 0,6$
- $\mu_s Panas(s) = \frac{s-30}{35-30} = \frac{32-30}{5} = 0,4$



Gambar 4.15 Posisi suhu sebesar 32 °C dalam himpunan *IMF of Suhu*

2. Asap sebesar 11000 ppm masuk dalam himpunan *IMF of asap* sebagai anggota tebal, sehingga nilai derajat keanggotaannya dapat di tuliskan sebagai berikut :

- $\mu_a Baik(x) = 0$
- $\mu_a Sedang(x) = \frac{15000-a}{15000-10000} = \frac{15000-11000}{5000} = 0,8$
- $\mu_a Tidaksehat(x) = \frac{a-10000}{15000-10000} = \frac{11000-10000}{5000} = 0,2$



Gambar 4.16 Posisi asap sebesar 11000 ppm dalam himpunan *IMF of* Asap

Selanjutnya adalah proses analisa secara matematis dengan *rule* yang digunakan, suhu sebesar 32 °C dan *input* asap sebesar 11000 ppm dengan menggunakan logika AND yaitu dengan logika pengambilan nilai terkecil pada setiap *rule*. Persamaannya dapat di lihat sebagai berikut :

$$\text{MIN SA [1]} = \text{MIN [Suhu Normal(s), Asap Baik (a)]} = \text{MIN [0 ; 0]} = 0$$

$$\text{MIN SA [2]} = \text{MIN [Suhu Normal(s), Asap Sedang (a)]} = \text{MIN [0 ; 0,8]} = 0$$

$$\text{MIN SA [3]} = \text{MIN [Suhu Normal(s), Asap Tidak sehat (a)]} = \text{MIN [0 ; 0,2]} = 0$$

$$\text{MIN SA [4]} = \text{MIN [Suhu Hangat(s), Asap Baik (a)]} = \text{MIN [0,6 ; 0]} = 0$$

$$\text{MIN SA [5]} = \text{MIN [Suhu Hangat (s), Asap Sedang (a)]} = \text{MIN [0,6 ; 0,8]} = 0,6$$

$$\text{MIN SA [6]} = \text{MIN [Suhu Hangat (s), Asap Tidak sehat (a)]} = \text{MIN [0,6 ; 0,2]} = 0,2$$

$$\text{MIN SA [7]} = \text{MIN [Suhu Panas(s), Asap Baik (a)]} = \text{MIN [0,4 ; 0]} = 0$$

$$\text{MIN SA [8]} = \text{MIN [Suhu Panas (s), Asap Sedang (a)]} = \text{MIN [0,4 ; 0,8]} = 0,4$$

$$\text{MIN SA [9]} = \text{MIN [Suhu Panas t (s), Asap Tidak sehat (a)]} = \text{MIN [0,4 ; 0,2]} = 0,2$$

Ketika nilai rule sudah di ketahui, maka akan di lanjutkan ke proses selanjutnya yaitu defuzzifikasi. Defuzzifikasi merupakan proses kebalikan dari fuzzyfikasi yaitu mengubah variabel fuzzy menjadi variabel *crisp* dalam hal ini

digunakan untuk memberikan output pengaktifan *buzzer*, SMS dan *capture webcam*. Metode yang digunakan adalah *Center of Area* (COA), yaitu mencari nilai tengah dari luasan yang terbentuk pada proses evaluasi *rule* (z), dengan persamaan sebagai berikut :

$$z^{COA} = \frac{\int z\mu A(z)zdz}{\int z\mu A(z)dz}$$

$$z^{COA} = \frac{0,6 \times 3,4 + 0,2 \times 2,8 + 0,4 \times 3,1 + 0,2 \times 2,8}{0,6 + 0,2 + 0,4 + 0,2}$$

$$z^{COA} = \frac{4,4}{1,4}$$

$$z^{COA} = 3,14$$

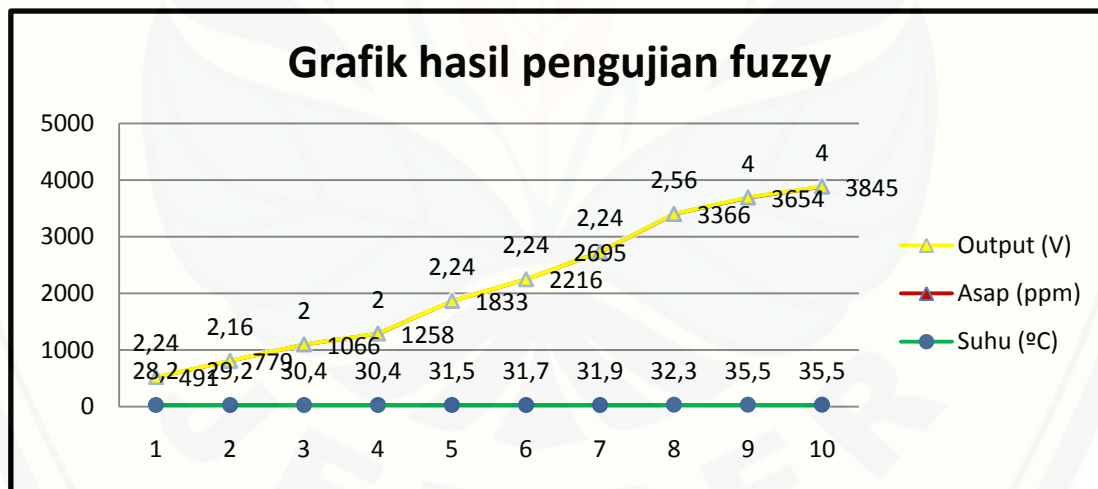


Gambar 4.17 Posisi *output* sebesar 3,14 volt dalam himpunan *IMF* of kondisi *output*

Sehingga dapat dinyatakan ketika terdapat suhu sebesar 32 °C dan asap sebesar 11000 ppm maka dalam variabel *crisp* untuk kondisi *output* adalah sebesar 3,14 volt, dengan kondisi *output* dalam keadaan terbakar. Pada data hasil pengujian fuzzy dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.9 Hasil pengujian sistem fuzzy

No.	Suhu (°C)	Asap (ppm)	Output (V)	Hasil
1.	28,2	491	2,24	Aman
2.	29,2	779	2,16	Aman
3.	30,4	1066	2,00	Aman
4.	30,4	1258	2,00	Aman
5.	31,5	1833	2,24	Aman
6.	31,7	2216	2,24	Aman
7.	31,9	2695	2,24	Aman
8.	32,3	3366	2,56	Terbakar
9.	35,5	3654	4	Terbakar
10.	35,5	3845	4	Terbakar



Gambar 4.18 Grafik hasil pengujian fuzzy

Dari data tabel 4.6 dapat di ketahui ketika suhu terbaca sebesar 28,2 °C dan asap membaca 491 ppm maka output sebesar 2,24 volt akan terjadi kondisi aman maka sistem hanya mengolah data suhu dan asap yang akan di kirim secara *real time*

pada laptop dan data suhu dan asap juga akan di kirim melalui Tx xbee pro pada ANU1 di terima oleh Rx xbee pro pada ANU2 yang akan di tampilkan pada LCD.

Ketika sistem mendeteksi suhu terbaca sebesar 35,5 °C dan asap membaca tegangan 3845 ppm maka menghasilkan *output* sebesar 4 volt yang merupakan status dalam kondisi terbakar, sistem tetap akan mengolah data suhu dan asap untuk dikirim secara *real time* pada laptop dan LCD, namun juga akan terjadi proses pendeteksian pada ruangan 1 atau ruangan 2 yang terjadi indikasi kebakaran berdasarkan logika fuzzy yang terjadi pada tiap ruangan. Sehingga di hasilkan pembacaan lokasi terjadinya kebakaran sehingga *buzzer* akan aktif, *webcam* akan melakukan *capture* menurut data lokasi yang terjadi kebakaran dan modul SMS akan mengirimkan SMS berisi lokasi kebakaran berdasarkan data yang di terima oleh *receiver* pada ANU2.

4.10 Pengujian keluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui kerja pada pendeteksian lokasi kebakaran pada tiap ruangan. Ketika di berikan kondisi pada setiap ruangan untuk menjalankan proses logika fuzzy, proses fuzzy akan aktif ketika terdapat sensor asap yang mendeteksi ada asap. Ketika kondisi fuzzy aktif yang akan menghasilkan suatu keluaran untuk mengaktifkan perintah kondisi *output* pada ruangan 1 atau ruangan 2 dan atau terjadi kebakaran pada ruang 1 dan ruang 2 secara bersamaan , jika sudah terdeteksi kebakaran maka melakukan pengaktifan pada *buzzer*, *capture* melalui *webcam* dan SMS. Pengujian sistem ruang 1 dapat di lihat pada tabel 4.7 dan sistem ruang 2 dapat di lihat pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Hasil pengujian sistem keseluruhan ruang 1

No.	Suhu (°C)	Asap (ppm)	Output kondisi	Webcam	Buzzer	SMS	Hasil Pengujian
1.	28,5	683	Aman	Standby	Mati	Standby	Berhasil
2.	28,7	721	Aman	Standby	Mati	Standby	Berhasil

3.	30,2	874	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
4.	31,4	673	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
5.	32,6	1833	Terbakar	<i>Capture</i>	Aktif	Kirim	Berhasil
6.	32,6	2887	Terbakar	<i>Capture</i>	Aktif	Kirim	Berhasil
7.	33,1	1449	Terbakar	<i>Capture</i>	Aktif	Kirim	Berhasil

Tabel 4.11 Hasil pengujian sistem keseluruhan ruang 2

No.	Suhu (°C)	Asap (ppm)	<i>Output</i> kondisi	<i>Webcam</i>	<i>Buzzer</i>	SMS	Hasil Pengujian
1.	27,4	0,08	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
2.	29,6	788	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
3.	29,2	801	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
4.	30,90	894	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
5.	30,42	1929	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
6.	31,2	2120	Aman	<i>Standby</i>	Mati	<i>Standby</i>	Berhasil
7.	32,6	2887	Terbakar	<i>Capture</i>	Aktif	Kirim	Berhasil

Pada tabel 4.10 dapat merupakan hasil pengamatan pada ruang 1, yaitu apabila suhu yang terbaca oleh sensor LM35 sebesar 32,6 °C dan sensor asap MQ2 membaca adanya asap gas CO sebesar 1833 ppm maka akan terjadi kondisi terbakar, dan akan menghasilkan keluaran yaitu *buzzer* akan aktif, *webcam* ruang 1 akan melakukan *capture* dan SMS berbentuk “Berbahaya Kebakaran Ruang 1” juga akan dikirim kepada HP *user*.

Pada tabel 4.11 dapat merupakan hasil pengamatan pada ruang 2, yaitu apabila suhu yang terbaca oleh sensor LM35 sebesar sebesar 32,6 °C dan sensor asap MQ2 asap gas CO sebesar 2887 ppm maka akan terjadi kondisi terbakar dan akan menghasilkan keluaran yaitu *buzzer* akan aktif, *webcam* ruang 2 akan melakukan

capture dan SMS berbentuk “Berbahaya Kebakaran Ruang 2” juga akan dikirim kepada HP *user*.

Pada sistem ini juga dapat mendeteksi kebakaran apabila terjadi kebakaran pada kedua ruang yaitu ruang 1 dan ruang 2, apabila pada ruang 1 terbaca suhu yang terbaca oleh sensor LM35 sebesar sebesar 30,6 °C dan sensor asap MQ2 membaca asap CO sebesar 1833 ppm , dan apabila pada ruang 2 oleh sensor suhu LM35 membaca 32,6 °C dan sensor asap MQ2 asap gas CO sebesar 2887 ppm secara bersamaan maka pada kedua ruang yaitu ruang 1 dan ruang 2 akan terjadi kondisi terbakar dan akan menghasilkan keluaran yaitu *buzzer* akan aktif, *webcam* ruang 1 dan *webcam* ruang 2 akan melakukan *capture*, dan SMS berbentuk “ Berbahaya kebakaran ruang 1 dan ruang 2 ” juga akan dikirim kepada HP *user*.

BAB 5. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan dan hasil pengujian pada sistem pendeteksian dini lokasi kebakaran ini, dapat di ambil beberapa kesimpulan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pada pengujian sensor suhu LM 35 dengan termometer ruangan pada ruangan 1 didapatkan eror persen terbesar adalah sebesar 4,47% dan rata-rata eror persen pada ruang 1 adalah sebesar 1,89 %. Sedangkan pada ruang 2 di dapatkan eror persen terbesar adalah sebesar 4,55% dan rata-rata eror persen pada ruang 2 adalah sebesar 2,00 % sehingga dapat dinyatakan bahwa membuktikan kalibrasi yang dilakukan pada acuan sensor suhu sudah akurat.
2. Pada pengujian sensor asap MQ2 dengan gas analyzer ruangan pada ruangan 1 didapatkan eror persen terbesar adalah sebesar 4,92 % dan rata-rata eror persen pada ruang 1 adalah sebesar 3,15 %. Sedangkan pada ruang 2 di dapatkan eror persen terbesar adalah sebesar 4,83% dan rata-rata eror persen pada ruang 2 adalah sebesar 3,95 % sehingga dapat dinyatakan bahwa membuktikan kalibrasi yang dilakukan pada acuan sensor suhu sudah akurat.
3. Pada pengujian xbee pro 60 mw dengan kondisi *outdoor* dengan kondisi terdapat beberapa pohon dan terdapat jalan raya jarak maksimal untuk melakukan pengiriman data yaitu suhu, asap dan *output* fuzzy sebanyak 6 data melalui *transmitter* dan dapat di terima oleh *receiver* sebesar 6 data adalah sejauh 260 m.
4. Pada hasil pengujian SMS untuk mengaktifkan dan menonaktifkan digunakan pada pin 9 yang merupakan *pin key* pada modul IComSat v1.1 -SIM900 GSM/GPRS shield dan bentuk SMS yang di kirim kepada *user* terdapat 3 macam yaitu “Bahaya Kebakaran Ruang 1”, “Bahaya Kebakaran Ruang 2 “ dan “Bahaya kebakaran Ruang 1 dan Ruang 2 ”.

5. Logika fuzzy akan menghasilkan keluaran *off* apabila tegangan *output* yang di hasilkan oleh *fuzzy logic* kurang dari 2,5 dan akan berkondisi *on* untuk mengaktifkan *buzzer*, SMS dan *capture* ketika mendapat output lebih besar dari 2,5 volt.
6. Sistem dapat bekerja dengan baik, hal tersebut dibuktikan pada pengujian ruang 1 yaitu ketika sensor LM35 membaca suhu 32,6 °C dan sensor asap MQ2 membaca adanya asap gas CO sebesar 1833 ppm maka menghasilkan kondisi terbakar. Kondisi terbakar tersebut akan mengaktifkan *buzzer*, *webcam* ruang 1 akan melakukan *capture* dan SMS berbentuk “Berbahaya Kebakaran Ruang 1” juga akan dikirim kepada HP *user*.

4.2 Saran

Berdasarkan pembuatan dan hasil pengujian pada sistem pendeteksian dini lokasi kebakaran ini, dapat di berikan saran-saran yang dapat meningkatkan kinerja lebih baik dalam meningkatkan sistem pendeteksian lebih baik pada kebakaran, antara lain sebagai berikut:

1. Sebaiknya alat ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan lebih dari satu sensor asap, karena pembacaan gas yang terkandung setiap asap sangat berbeda-beda jadi sangat tergantung dari bahan yang terbakar sehingga *output* indikasi kebakaran dapat lebih cepat.
2. Indikator kebakaran tidak hanya menggunakan pesan teks atau SMS, melainkan gambar hasil dari *capture* melalui webcam dapat dikirim juga menuju HP *user*.
3. Hasil *capture* dari webcam dapat di simpan sebagai database, sehingga dapat di buka kembali apabila di butuhkan di lain waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar. 2009. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan LabView*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Apryandi, Subhan. 2013. *Rancang Bangun Sistem Detektor Kebakaran Via Handphone Berbasis Mikrokontroller*. Pontianak : Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura.
- Budiharto, Widodo. 2011. *Aneka Proyek Mikrokontroller Panduan Utama untuk Riset/Tugas Akhir*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Basuni, Ahmad. *Pabrik Gitar Terbesar Terbakar, Rugi Miliaran* .Jawa Pos.htm. Radar Mojokerto dalam Jawa Pos diakses pada 28 September 2014.
- Datasheet Arduino Uno: “<http://arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>” diakses pada 25 april 2014.
- Datasheet Sensor Asap : “<http://pololu.com/file/OJ309/MQ2.pdf/>” diakses 2 oktober 2014.
- Datasheet Sensor Suhu : “<http://shatomedia.com /2008/12/sensor-suhu-lm35/> =” diakses 2 oktober 2014.
- Datasheet Xbee Pro (Sumber: “<https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>”) diakses 13 November 2014.
- Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1999. “*Pedoman Teknis Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara*, Jakarta.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intellegent (Teknik dan aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Lapanporo, B.P. 2011. *Prototipe Sistem Telemetry Berbasis Sensor Suhu Dan Sensor Asap Untuk Pemantau Kebakaran Lahan*. Pontianak : Program Studi Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura.

- Usuman, I & Ardhi, H. 2010. *Sistem Deteksi Suhu Dan Asap Pada Ruang Tertutup Memanfaatkan Sensor LM35 Dan Sensor AF30*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada.
- Pengertian LCD : “<https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/cara-kerja-lcd-secara-umum/>” diakses pada 9 mei 2014.
- Sidik, Fathur Rahman. 2014. *Rancang Alat Pendeteksi Banjir Menggunakan Sistem Telemetry Berbasis Wireless Xbee Pro* Jember : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Setian, Riki. 2014. *Rancang Bangun Gerakan Robot 2 Dof Menggunakan Image Processing Dengan Metode Fuzzy Adaptive*. Jember : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Widyantara, Helmy. 2008. *Pendeteksian dan Pengaman Dini pada Kebakaran Berbasis Personal Komputer (PC) dengan Fuzzy Logic*. Jurnal Teknik Komputer : Program Studi S1 Sistem Komputer STIKOM Surabaya.
- Wiharto, Yudi. 2011. *Sistem Informasi Akademik Berbasis Sms Gateway*. 2011. Jurnal Teknologi Dan Informatika (Teknomatika) : Politeknik PalComTech Palembang.