



TUGAS AKHIR - TE 145561

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS BERACUN (SO_2)
PADA AREA AKTIVITAS GUNUNG BERAPI**

Dickry Junior Triandy
NRP 10311500010027

Dosen Pembimbing
Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng
Dwi Lastomo , S.Si,M.T.

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 145561

***DESIGN TOOLS OF GAS TOXIC DETECTION (SO₂) ON
ACTIVITY AREA OF VOLCANO MOUNTAIN***

Dickry Junior Triandy
NRP 10311500010027

Supervisor
Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng
Dwi Lastomo , S.Si,M.T.

*Electrical and Automation Engineering Department
Faculty Of Vocations
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2018*

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Beracun SO₂ Pada Area Aktifitas Gunung Berapi”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 28 Juni 2018



Dickry Junior T
NRP 10311500010027

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS BERACUN
(SO₂) PADA AREA AKTIVITAS GUNUNG BERAPI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik**

Pada

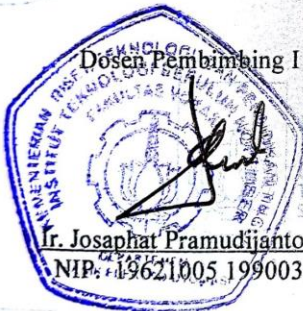
Departemen Teknik Elektro Otomasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng
NIP. 19621005 199003 1 003

Dosen Pembimbing II

Dwi Lastomo, S.Si.M.T.
NIP. 1987 2017 11059

**SURABAYA
JUNI, 2018**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS BERACUN (SO₂) PADA AREA AKTIVITAS GUNUNG BERAPI

Nama : Dickry Junior Triandy
Pembimbing 1 : Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng
Pembimbing 2 : Dwi Lastomo , S.Si,M.T.

ABSTRAK

Aktifitas vulkanik gunung berapi mengakibatkan dampak yang serius bagi warga yang tinggal disekitarnya. Terutama bahaya akan gas beracun akibat aktifitas gunung berapi. Gas beracun tersebut antara lain gas *Carbon Monoksida* (CO), *Carbondioksida* (CO₂), *Hidrogen Sulfida* (H₂S), *Sulfurdioksida* (SO₂) dan *Nitrogen* (NO₂) yang dapat mengakibatkan efek samping bagi tubuh manusia jika terhirup dengan tingkat kadar yang termasuk ambang kadar berbahaya

Berdasarkan kondisi ini dengan adanya alat pendeteksi yang bersifat *portable* ini diharapkan dapat memonitor keadaan pemukiman warga yang berada di lereng gunung akibat aktifitas vulkanik gunung berapi. Metode yang digunakan yaitu dengan memonitor kadar gas yang terkandung diarea pemukiman warga. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Uno* yang telah dilengkapi program serta telah dikonfigurasi dengan komponen perangkat keras seperti sensor TGS2602 yang digunakan untuk mendeteksi gas SO₂ dan sensor *Thermocouple* max 6675 tipe-k yang mendeteksi temperatur. Interface alat ini menggunakan *LabVIEW* yang berfungsi untuk menampilkan dan memonitoring data yang telah terbaca oleh sensor gas dan temperatur via gelombang radio.

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah sistem dapat memonitoring kadar gas dan temperatur dimana telah dilakukan *kalibrasi* dan perbandingan pengukuran dengan presentase *error* 0 - 0,1%, temperatur dengan presentase *error* 0,08 - 0,5%. Pengaplikasian alat yang telah dirangkai dapat digunakan untuk memonitoring kadar gas SO₂ dan temperatur pada area gunung berapi secara *real time*.

Kata Kunci : Gunung Berapi, Gas Beracun, *Arduino*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DESIGN TOOLS OF GAS TOXIC DETECTION (SO₂) ON ACTIVITY AREA OF VOLCANO MOUNTAIN

Name : Dickry Junior Triandy
Supervisor 1 : Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng
Supervisor 2 : Dwi Lastomo , S.Si,M.T.

ABSTRACT

Volcanic activity of the volcano has a serious impact on the people living around it. Especially the danger of toxic gas due to volcanic activity. The toxic gases include Carbon Monoxide (CO), Carbondi-oxide (CO₂), Hydrogen Sulfide (H₂S), Sulfur dioxide (SO₂) and Nitrogen (NO₂) gases which may cause side effects to the human body if inhaled with dangerous level.

Based on this condition as is this portable detection devices is expected to monitor residential area around the mountain slopes due to volcanic activity. The method used is to monitor gas content contained in the residential area.. Microcontroller used is Arduino Uno that has been equipped with the program and has been configured with hardware components such as TGS2602 Sensor used to detect SO₂ gas and Thermocouple Sensor Max 6675 type k used to detect temperature. This device's interface using LabVIEW which function to show and monitor tracked data by the gas sensor and temperature via radio wave.

The result of this research is that the system can monitor the gas and temperature contents because already calibration with the error percentage 0 - 0,1%, the temperature with error percentage 0,08 - 0,5% The application of the assembled device's can be used to monitor SO₂ gas levels and temperatures in volcanic areas in real time.

Keywords : Volcano, Toxic Gas, Arduino

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 pada Program Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng. dan Bapak Dwi Lastomo, S.Si, M.T. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Taufik sebagai pembimbing dalam bidang telekomunikasi. Teman teman DE-10 yang telah membantu baik pemikiran dan semangat serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 28 Juni 2018

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Laporan.....	2
1.6 Relevansi	3
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Gunung Berapi.....	5
2.2 <i>Arduino</i>	12
2.3 Sensor Sulfurdioksida (SO ₂)	14
2.4 <i>Thermocouple</i>	16
2.5 <i>Module Relay</i>	16
2.6 <i>Module HC -12</i>	17
2.7 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>).....	18
2.8 LabVIEW.....	19
BAB III PERANCANGAN ALAT	21
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	21
3.2 Perancangan <i>Software</i>	29
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA.....	33
4.1 Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	33
4.2 Pengujian Sensor SO ₂	35

4.3 Pengujian Perbandingan Alat	39
4.4 Pengujian Sensor <i>Thermocouple</i>	41
4.5 Pengujian HC -12	45
4.6 Pengujian Keseluruhan.....	48
BAB V PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
Lampiran A.....	A-1
Lampiran B	B-1
Lampiran C	C-1
RIWAYAT HIDUP PENULIS	D-1

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1 Peta Kawasan Dieng.....	11
Gambar 2.2 Keterangan Gambar 2.1.....	11
Gambar 2.3 <i>Arduino Uno R3</i>	12
Gambar 2.4 <i>Arduino Nano</i>	13
Gambar 2.5 Struktur dan Dimensi Sensor Sulfurdioksida (TGS2602) ..	14
Gambar 2.6 Sensor Sulfurdikosida (TGS2602)	15
Gambar 2.7 <i>Thermocouple</i> max 6675 tipe – k	16
Gambar 2.8 <i>Module Relay</i>	17
Gambar 2.9 <i>Module HC -12</i>	17
Gambar 2.10 LCD 20x4.....	19
Gambar 3.1 Diagram Fungsional Alat	21
Gambar 3.2 Kotak Bagian Kontrol Tampak Atas	22
Gambar 3.3 Rancangan Kotak Bagian Kontrol Tampak Depan	23
Gambar 3.4 Pada Kotak Sensor Tampak Samping	23
Gambar 3.5 Perancangan Kotak Sensor	24
Gambar 3.6 Rangkaian Skematik <i>Power Supply</i>	24
Gambar 3.7 Rangkaian Skematik Sensor SO ₂ TGS 2602	26
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor <i>Thermocouple</i>	26
Gambar 3.9 Rangkaian Pengirim <i>Module HC-12</i>	27
Gambar 3.10 Rangkaian Penerima <i>Module HC -12</i>	27
Gambar 3.11 Rangkaian <i>Module Relay Exhaust Fan</i>	28
Gambar 3.12 Rangkaian I2C LCD.....	29
Gambar 3.13 <i>Setting Serial Port USB Arduino</i>	30
Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> Program <i>Arduino</i>	31
Gambar 3.15 Tampilan Monitoring Gas	32
Gambar 3.16 Blok Diagram Monitoring Gas.....	32
Gambar 4.1 Rangkaian <i>Power Supply</i>	33
Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Sensor SO ₂ (TGS2602).....	35
Gambar 4.3 Program Pembacaan Sensor SO ₂	35
Gambar 4.4 Proses Kalibrasi Sensor Gas SO ₂	37
Gambar 4.5 Proses Kalibarsi Larutan Adsorben	37
Gambar 4.6 Program Konversi Gas SO ₂	38
Gambar 4.7 Hasil Kalibrasi Gas SO ₂	39
Gambar 4.8 ECOM J2KN PRO	40

Gambar 4.9 Pengujian Alat di Area K3 Surabaya	41
Gambar 4.10 Rangkaian Pengujian Sensor <i>Thermocouple</i>	42
Gambar 4.11 Program Sensor <i>Thermocouple</i>	42
Gambar 4.12 Hasil Kalibrasi Temperatur.....	43
Gambar 4.13 Pengujian Kalibrasi <i>Thermocouple</i>	44
Gambar 4.14 Program Pengirim Sensor Gas SO ₂	45
Gambar 4.15 Program Pengirim Sensor Temperatur.....	45
Gambar 4.16 Program Penerima HC – 12	46
Gambar 4.17 Pengujian Pengiriman Data di Area Terbuka.....	47
Gambar 4.18 Pengujian dengan Penghalang	47
Gambar 4.19 Pengambilan Data Gas SO ₂ di Area Dieng.....	50
Gambar 4.20 Tampilan Monitoring Gas SO ₂ Pada Saat Status Aman..	50
Gambar 4.21 Tampilan Monitoring Gas SO ₂ Pada Saat Status Siaga...	51
Gambar 4.22 Pengambilan Data Gas SO ₂ di Area Parkiran.....	52
Gambar 4.23 Tampilan Monitoring Gas SO ₂ di Area Parkiran.....	53
Gambar 4.24 Pengambilan Data Gas SO ₂ di Area Gunung Anyar	54
Gambar 4.25 Tampilan Monitoring Gas SO ₂ di Area Gunung Anyar ..	55
Gambar 4.26 Pengujian Alat di Area Peternakan	56
Gambar 4.27 Tampilan Monitoring Gas SO ₂ di Area Peternakan	57

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Konsentrasi Bahaya Karbon Monoksida.....	6
Tabel 2.2 Konsentrasi Bahaya Gas CO ₂	7
Tabel 2.3 Konsentrasi Bahaya Hidrogen Sulfida	8
Tabel 2.4 Konsentrasi Bahaya Sulfur Dioksida	9
Tabel 2.5 Konsentrasi Bahaya Hidrogen Sianida.....	9
Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor SO ₂ (TGS2602)	15
Tabel 2.7 Spesifikasi HC – 12.....	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	34
Tabel 4.2 Persentase <i>Error Power Supply</i>	34
Tabel 4.3 Pembacaan ADC Sensor SO ₂	36
Tabel 4.4 Pengujian Waktu Pemanasan Sensor SO ₂ (TGS2602).....	36
Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi Gas SO ₂	38
Tabel 4.6 Hasil Konversi Sensor.....	39
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Alat	40
Tabel 4.8 Hasil Kalibrasi <i>Thermocouple</i>	43
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Setelah Kalibrasi	44
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Jarak HC - 12	46
Tabel 4.11 Hasil Pengujian HC -12 dengan Penghalang	48
Tabel 4.12 Hasil Pengujian di Kawah Sikidang, Dieng	49
Tabel 4.13 Hasil Pengujian di Area Parkiran.....	51
Tabel 4.14 Hasil Pengujian di Area Gunung Anyar.....	53
Tabel 4.15 Hasil Pengujian di Area Pertenakan.....	55

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengacu pada Judul Tugas Akhir dari Vina Ulfa Royanti dan Galih Bagus Wikandriyo tahun 2016 yaitu “Sistem Monitoring Gas Beracun pada Area Bencana Alam Akibat Aktivitas Vulkanik Gunung Berapi” dimana gas yang digunakan yaitu Gas CO₂ dan H₂S . Gas yang terbaca oleh sensor CO₂ yaitu MG-811 dan sensor H₂S yaitu TGS 2602 dimana hanya dilakukan pembacaan 2 jenis sensor. Menindak lanjuti pentingnya alat ini disini saya memberikan penambahan sensor gas SO₂ dimana termasuk material-material beracun yang dibawa akibat letusan gunung berapi antara lain CO, CO₂, HCN, H₂S, dan SO₂ dalam konsentrasi tinggi membahayakan bagi manusia dan lingkungan. [1]

Dengan adanya aktifitas vulkanik gunung berapi maka daerah pemukiman warga yang berada di lereng gunung juga dinyatakan daerah yang berbahaya dari gas beracun. Maka dari itu demi menghindari adanya korban jiwa, penduduk yang tinggal di lereng gunung akan diungsikan ke tempat yang lebih aman. Lamanya aktifitas vulkanik gunung berapi seringkali sulit diprediksi dan dideteksi secara kasat mata. Dengan adanya alat pendeteksi yang bersifat *portable* ini diharapkan dapat memonitor keadaan pemukiman warga yang berada di lereng gunung akibat aktifitas vulkanik gunung berapi. Gas SO₂ memiliki karakteristik gas yang tidak berwarna, berbau tajam, bersifat korosif (penyebab karat). Pada konsentrasi 8-12 PPM dapat mengakibatkan iritasi pada tenggorokan, sedangkan pada konsentrasi diatas 50 PPM Gas (SO₂) dapat mempengaruhi sistem pernapasan dan gangguan fungsi paru dan bronkhitis kronis serta kematian.

Pemilihan *wireless* dengan menggunakan gelombang radio dilakukan sebagai media komunikasi alat ini, karena koneksi yang cepat dan data *real time* di lokasi pemantauan langsung dapat diketahui oleh ruang pengawasan. Dengan adanya data yang tepat dan cepat diharapkan tingkat kesalahan dalam sistem *monitoring* dapat diminimalkan.

1.2 Permasalahan

Gas SO₂ merupakan satu diantara gas berbahaya yang dihasilkan dari aktifitas gunung berapi dan belum tersedianya alat pendeteksi gas SO₂ secara jarak 0 – 110 meter.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah bencana alam gas beracun, ada beberapa hal yang perlu dibatasi, sehingga penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Batasan masalah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Senyawa gas yang dideteksi adalah senyawa gas Sulfur Dioksida (SO_2)
2. Alat yang dirancang berupa prototype
3. Jarak komunikasi yang disarankan 0 – 110 meter

Dengan adanya batasan masalah ini diharapkan hasil akhir dari Tugas Akhir ini dapat tercapai.

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang dan membuat *prototype* alat pendeteksi gas beracun yang dipasang pada area yang telah dinyatakan bahaya, dimana hal ini yang dimonitor adalah kadar gas beracun.
2. Membuat sistem pengiriman adanya kadar gas beracun menggunakan media *wireless*, dimana hasil pengukuran kadar gas beracun akan dikirimkan melalui *wireless*.
3. Membuat tampilan data penerima dengan sistem *interfacing LabVIEW*.

1.5 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka dari gunung berapi, *Arduino Uno*, *Arduino nano*, sensor TGS 2602, sensor *Thermocouple*, *HC -12*, *LabVIEW*.

Bab III Perancangan Sistem

Bab ini membahas perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*Hardware*) yang meliputi desain alat serta pengimplementasian sensor yang digunakan, pengaturan HC-12, dan pembuatan perangkat lunak (*Software*) yang meliputi program pada *Arduino IDE*

untuk menjalankan alat tersebut, serta pembuatan program LabVIEW untuk menampilkan data pembacaan dan tampilan LCD.

Bab IV Pengujian dan Analisis

Bab ini memuat tentang pemaparan dan analisis hasil pengujian alat pada keadaan sebenarnya. Seperti pengujian sensor gas, sensor temperatur, HC-12, pengujian keseluruhan alat terhadap jarak dan area.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

1.6 Relevansi

Relevansi dari Tugas Akhir ini yaitu dengan Tugas Akhir yang saya kerjakan ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk bagaimana mendeteksi gas beracun SO_2 di daerah bencana gunung berapi

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Gunung Berapi [2]

Gunung berapi didefinisikan sebagai suatu sistem saluran fluida panas (batuan dalam wujud cair atau lava) yang memanjang dari kedalaman sekitar 10 km di bawah permukaan bumi ke permukaan bumi. Pada saat akan meletus gunung berapi magma yang terkandung di dalam kamar magma di bawah gunung berapi meletus keluar sebagai lahar atau lava, gas vulkanik, aliran pasir serta batu panas, Abu letusan, Awan panas (*Piroklastik*). Gas vulkanik adalah gas-gas yang dikeluarkan saat terjadi letusan gunung berapi yang dikeluarkan antara lain Carbon monoksida (CO), Carbondioksida (CO₂), Hidrogen Sulfida (H₂S), Sulfur dioksida (SO₂) dan Hidrogen Sianida (HCN).

2.1.1 Klasifikasi Gunung Berapi [3]

Pengamat vulkanologi Indonesia mengelompokkan gunung berapi ke dalam tiga tipe berdasarkan catatan sejarah letusan/erupsinya.

- Gunung api Tipe A : tercatat pernah mengalami erupsi magmatik sekurang-kurangnya satu kali sesudah tahun 1600.
- Gunung api Tipe B : sesudah tahun 1600 belum tercatat lagi mengadakan erupsi magmatik namun masih memperlihatkan gejala kegiatan vulkanik seperti kegiatan solfatara.
- Gunung api Tipe C : sejarah erupsinya tidak diketahui dalam catatan manusia, namun masih terdapat tanda-tanda kegiatan masa lampau berupa lapangan solfatara/fumarola pada tingkah lemah.

2.1.2 Gas Beracun

Gas beracun merupakan gas yang dapat mengakibatkan keracunan ataupun kematian apabila gas yang terhirup beraksi dengan darah manusia. Kadar gas yang terhirup manusia memiliki batas ambang aman hingga berbahaya. Pada konsentrasi diatas ambang batas gas beracun dapat mengakibatkan iritasi pada tenggorokan, hilang kesadaran, lemas, sukar bernafas hingga kematian. Untuk menentukan nilai ambang batas dari gas tersebut, terdapat satuan standart gas yang dinyatakan dalam bentuk PPM atau "*Part per Million*" bisa juga dalam satuan volume (mg/L)

dimana maksud dari *part per million* atau bagian per sejuta bagian yaitu menyatakan perbandingan bagian dalam satu juta bagian yang lain.

a. Karbon Monoksida (CO) [4]

Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa, dan ada temperatur normal berbentuk gas tidak berwarna. Gas CO juga bisa ditemukan pada emisi gas akibat pembakaran yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor. Pada konsentrasi yang melebihi ambang batas normal, jika gas ini dihirup manusia akan mengalami berbagai gangguan pada tubuh hingga mengalami kematian. Untuk nilai ambang batas karbon monoksida bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konsentrasi Bahaya Karbon Monoksida

Konsentrasi CO di udara (PPM)	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gangguan Pada Tubuh
3	0,98	Tidak Ada
5	1,3	Belum Terasa
10	2,1	Sistem Syaraf Pusat
20	3,7	Panca Indera
40	6,9	Fungsi Jantung
60	10,1	Sakit Kepala
80	13,3	Sulit Bernafas
100	16,5	Pingsan / Kematian

b. Karbon Dioksida (CO₂) [4]

Gas karbon dioksida (CO₂) adalah gas tidak berwarna, tak berbau, tak terbakar, tidak reaktif dan mempunyai berat jenis 1,53. Pada konsentrasi rendah tidak bersifat racun, tetapi konsentrasi antara 3 - 5 % menurunkan tingkat pernapasan, dan sakit kepala. Pada konsentrasi antara 8 – 10 % menimbulkan sakit kepala, pening, muntah –

muntah, bahkan dapat mengakibatkan meninggal bila korban tidak mendapat cukup oksigen. Konsentrasi yang lebih tinggi secara cepat menyebabkan koma dan kematian. Konsentrasi maksimum di udara yang diizinkan sebesar 5000 PPM CO₂. Di udara normal konsentrasinya 0,03%. Pada gas CO₂ ada yang menyatakan satuan gas dalam bentuk persen, itu karena jumlah gas CO₂ sangat banyak diudara. 1% gas CO₂ sama halnya dengan 10.000 PPM gas CO₂. Untuk nilai ambang batas Karbondioksida bisa dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Konsentrasi Bahaya Gas CO₂

No	Konsentrasi CO ₂ diudara (PPM)	Gangguan Pada Tubuh
1	< 5000	Aman
2	>15.000	Segera dilakukan Evakuasi
3	15.000 – 79.999	Sesak Nafas, berkeringat, pusing, lemas
4	80.000 – 14.999	Pusing, Mual, kehilangan kesadaran / pingsan
5	15.000 – 24.999	Kehilangan Kesadaran
6	>25.000	Kehilangan kesadaran secara cepat dan berakibat kematian

c. Hidrogen Sulfida (H₂S) [4]

Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) mempunyai sifat asam, merupakan gas tidak berwarna, berbau busuk seperti bau telur busuk, termasuk gas beracun, mudah terbakar dan dapat membentuk campuran yang eksplosif dengan udara. Dampaknya bagi kesehatan manusia, pada konsentrasi rendah dapat mengiritasi mata dan saluran mata dapat mengalami mual sedangkan apabila dihirup manusia pada konsentrasi yang tinggi berkisar diatas 500 ppm maka akan mengakibatkan susah bernafas , kejang hingga megalami kematian. Untuk nilai ambang batas Hidrogen Sulfida bisa dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Konsentrasi Bahaya Hidrogen Sulfida

NO	Konsentrasi H ₂ S di udara (PPM)	Gangguan pada tubuh
1	10 – 20	Berbau seperti telur busuk, tidak berbahaya
2	20 -100	Pusing, aman untuk 8 jam
3	100 – 200	Indera penciuman “hilang”, menusuk mata dan telinga
4	500	Susah nafas selama 30 menit
5	700	Meninggal dalam 15 menit
6	1000	Mati dalam 1 menit

d. Sulfur Dioksida (SO₂) [4]

Sulfur dioksida (SO₂) mempunyai karakteristik gas yang tidak berwarna, berbau tajam, bersifat korosif (penyebab karat), beracun karena selalu mengikat oksigen untuk mencapai kestabilan fasa gasnya dan tidak mudah terbakar di udara. Pencemaran SO₂ menimbulkan dampak terhadap manusia dan hewan, kerusakan pada tanaman terjadi pada kadar sebesar 0,5 PPM. Pengaruh utama polutan SO₂ terhadap manusia adalah iritasi sistem pernapasan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO₂ sebesar 5 PPM atau lebih bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 PPM. SO₂ dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orangtua dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernapasan *kardiovaskular*. Individu dengan gejala penyakit tersebut sangat sensitif terhadap kontak dengan SO₂ , meskipun dengan kadar yang relatif rendah.

Kadar SO₂ yang berpengaruh terhadap gangguan kesehatan bisa dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Konsentrasi Bahaya Sulfur Dioksida

NO	Konsentrasi (PPM)	Pengaruh Pada Manusia
1	3 – 5	Terdeteksi Baunya
2	8 -12	Iritasi Tenggorokan
3	20	Iritasi mata dan batuk
4	50 - 100	Kontak singkat (30 menit)
5	400 - 500	Berbahaya / Kematian

e. **Hidrogen Sianida (HCN) [4]**

Gas hidrogen sianida (HCN) merupakan gas yang sangat beracun. Hal tersebut dibuktikan bahwa manusia yang menghirup HCN berkadar 20-40 PPM sudah mulai menunjukkan gejala keracunan. Gejala keracunan gas HCN antara lain *fatigue*, sakit kepala, *vertigo*, muntah, kejang, koma dan bisa menyebabkan kematian. Apabila terpapar secara akut dengan dosis sekitar 150 PPM sangat berbahaya dan terpapar 300 PPM dapat mematikan secara langsung. Apabila terpapar di dalam ruangan dengan kadar rendah (<10 PPM) dan berlangsung menahun (kronis) maka akan menimbulkan keluhan yang bersifat kronis. Kadar HCN yang berpengaruh terhadap gangguan kesehatan bisa dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Konsentrasi Bahaya Hidrogen Sianida

NO	Konsentari (PPM)	Pengaruh Terhadap Manusia
1	20 – 40	Gejala ringan beberapa jam
2	50 – 60	Bertahan selama 20 menit – 1 jam tanpa pengaruh
3	120 – 150	Sangat berbahaya setelah 30 – 60 menit
4	150	Mati Setelah 30 menit
5	200	Mati dalam 10 menit
6	300	Kematian dengan cepat

2.1.3 Kawasan Rawan Bencana [5]

Peta kawasan rawan bencana gunungapi adalah peta petunjuk tingkat kerawanan bencana suatu daerah apabila terjadi letusan atau kegiatan gunung api. Peta kawasan rawan bencana gunung api menjelaskan tentang jenis dan sifat bahaya gunungapi, daerah rawan bencana, arah/jalur penyelamatan diri, lokasi pengungsian, dan pos penanggulangan bencana Peta Rawan bencana G. Dieng dibagi menjadi tiga Kawasan Rawan Bencana, yaitu Kawasan Rawan Bencana III, Kawasan Rawan Bencana II, Kawasan Rawan Bencana I yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan pada Gambar 2.2 adalah keterangan Gambar 2.1

a. Kawasan Rawan Bencana III

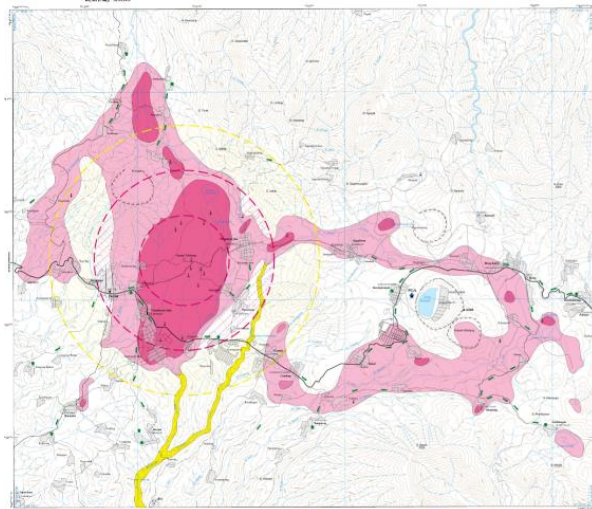
Kawasan Rawan Bencana III adalah kawasan yang berpotensi keluarnya gas racun terkena endapan *base surge*, hujan lumpur dan aliran lumpur. Penyebaran kawasan ini meliputi daerah di sekitar Kawah Timbang, Telaga Nila dan Sumur Jalatunda. Di sekitar Kawah Timbang banyak dijumpai pemunculan gas racun di sepanjang rekahan yang berarah relatif utara-selatan, yaitu di sekitar Kawah Timbang, Kali Tempurung dan Kali Putih. Luas daerah ini sekitar 4,06 km². Kawasan ini tidak lagi dihuni oleh penduduk setelah kejadian letusan Kawah Sinila pada tahun 1979.

b. Kawasan Rawan Bencana II

Kawasan Rawan Bencana II adalah kawasan yang berpotensi terkena lontaran batu, *base surge*, hujan lumpur dan aliran lahar. Kawasan ini meliputi lereng barat daya Kawah Timbang, di selatan berupa lembah yang cukup lebar yang wilayahnya melintasi sebagian jalan yang menghubungkan Dusun Kaliputih-Desa Sumber sampai cabang Kali Putih, di bagian sebelah utara Sinila serta di sebelah timur Sumur Jalatunda

c. Kawasan Rawan Bencana I

Kawasan Rawan Bencana I adalah kawasan yang diperkirakan sebagai perluasan dari Kawasan Rawan Bencana II. Apabila terjadi letusan yang semakin besar. Kawasan ini berpotensi terlanda *base surge*, hujan lumpur dan aliran sungai yang melewati Desa Batur, di lembah sungai yang melintasi Desa Sumberrejo dan lembah sepanjang Kali Putih yang terletak di sektor baratdaya dan selatan Kawah Timbang. Daerah yang berada dalam kawasan ini adalah Dusun Kali Putih, Dusun Serang, dusun Simbar, Desa Sumberrejo dan Kota Kecamatan Batur. Penduduk di kawasan ini berjumlah 14,427 jiwa.



Gambar 2.1 Peta Kawasan Dieng

**KETERANGAN
EXPLANATION**

KAWASAN RAWAN BENCANA III / HAZARD ZONE III

 Sangat berpotensi terancam gas racun, base surge dan semburan lumpur
Very potentially threatened by toxic gases, base surge and mud explotion



$r = 1 \text{ km}$

Kawasan yang sangat berpotensi tertimpa lontaran batu, hujan lumpur dan abu lebat
Areas very potentially threatened by ejected rock materials, mud rain and heavy ash falls

KAWASAN RAWAN BENCANA II / HAZARD ZONE II

 Berpotensi terancam gas racun, base surge dan semburan lumpur
Potentially threatened by toxic gases, base surge and mud explotion



$r = 2 \text{ km}$

Kawasan yang berpotensi tertimpa lontaran batu dan hujan abu lebat
Areas potentially threatened by ejected rock materials, and heavy ash falls

KAWASAN RAWAN BENCANA I / HAZARD ZONE I

 Berpotensi terlanda aliran lahar
Potentially affected by lahars



$r = 3 \text{ km}$

Kawasan yang berpotensi tertimpa hujan abu
Areas potentially threatened by ash falls

Gambar 2.2 Keterangan Gambar 2.1

2.2 *Arduino* [6]

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam *Arduino* memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri.

2.2.1 *Arduino Uno*

Perangkat keras dalam *arduino* memiliki beberapa jenis, yang mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam setiap papannya. Penggunaan jenis *Arduino* disesuaikan dengan kebutuhan, hal ini yang akan mempengaruhi dari jenis *prosesor* yang digunakan. Jika semakin kompleks perancangan dan program yang dibuat, maka harus sesuai pula jenis *controller* yang digunakan. Yang membedakan antara *Arduino* yang satu dengan yang lainnya adalah penambahan fungsi dalam setiap papan sirkuitnya dan jenis mikrokontroler yang digunakan. Dalam Tugas Akhir perancangan *prototype* jenis *Arduino* yang digunakan adalah *Arduino Uno*, Sesuai dengan Gambar 2.3

Papan *Arduino Uno* dapat mengambil daya dari USB *port* pada komputer dengan menggunakan USB *charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC *adapter* dengan tegangan 8 Volt. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui AC *adapter*, maka papan *Arduino* akan mengambil daya dari USB *port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC *adapter* secara bersamaan dengan USB *port* maka papan *Arduino* akan mengambil daya melalui AC *adapter* secara otomatis.



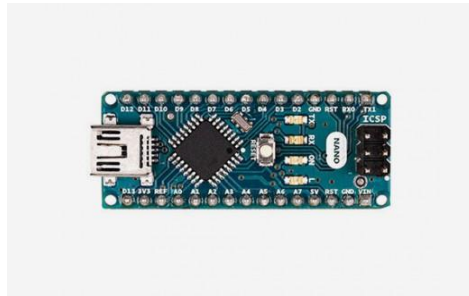
Gambar 2.3 *Arduino Uno R3*

Hardware Arduino Uno memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. 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.
2. 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.
3. 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.

2.2.2 Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan *Arduino Uno*. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan *jack power* DC dan penggunaan konektor Mini-B USB dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 *Arduino Nano*

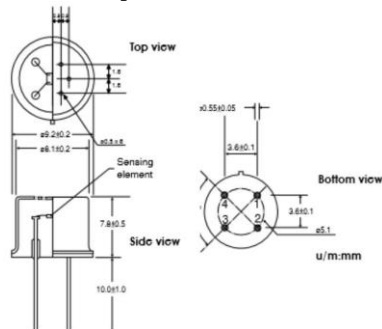
Board Arduino Nano dapat diberi tenaga dengan *power* yang diperoleh dari koneksi kabel Mini-B USB, atau *via power supply eksternal*. *External power supply* dapat dihubungkan langsung ke pin 30 atau *Vin* (*unregulated* 6V - 20V), atau ke pin 27 (*regulated* 5V). Sumber tenaga akan otomatis dipilih mana yang lebih tinggi tegangan.

Hardware Arduino Nano memiliki Spesifikasi sebagai berikut :

- 1.*Serial*, terdiri dari 2 pin : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data *serial*.
- 2.*External Interrupts*, yaitu pin 2 dan pin 3. Kedua pin tersebut dapat digunakan untuk mengaktifkan *interrupts*. Gunakan fungsi *attachInterrupt()*
- 3.PWM: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 menyediakan *output* PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*
- 4.SPI : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI Library*
- 5.LED : Pin 13. Pada pin 13 terhubung *built-in led* yang dikendalikan oleh digital pin no 13.
- 6.Pin *analog* : A0 sampai A7, pin A6 dan A7 tidak bisa dijadikan pin digital.
- 7.I2C : Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL). Pin ini mendukung komunikasi I2C (TWI) dengan menggunakan *Wire Library*.
- 8.AREF : Sebagai referensi tegangan untuk *input analog*.
- 9.Reset. Hubungkan ke *LOW* untuk melakukan *reset* terhadap mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk dihubungkan dengan *switch* yang dijadikan tombol *reset*.

2.3 Sensor Sulfurdioksida (SO₂) [7]

TGS 2602 merupakan sensor gas sulfur dioksida yang memiliki sensitivitas yang tinggi. Sensor ini memiliki *heater internal* dan membutuhkan *heating voltage* tersendiri. Dimana untuk mengoperasikannya dibutuhkan rangkaian tambahan tersendiri. *Heater* internal ini dipergunakan untuk memanaskan permukaan sensor.



Gambar 2.5 Struktur dan Dimensi Sensor Sulfurdioksida (TGS2602)

Ketika temperatur sensor sudah merata ke seluruh permukaan, maka pembacaan menjadi lebih stabil. Arus pemanas yang dibutuhkan 42mA. Untuk struktur dan dimensi dari sensor sulfurdioksida (TGS2602) dapat dilihat pada Gambar 2.5 sedangkan untuk bentuk fisik dari sensor sulfurdioksida (TGS2602) dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Sensor Sulfurdikosida (TGS2602)

Kelebihan dari sensor ini yaitu memiliki sensitivitas tinggi untuk VOC dan gas berbau, konsumsi daya rendah, sensitivitas tinggi untuk udara gas kontaminan, dan penggunaan untuk jangka panjang. Sensor ini sangat cocok digunakan untuk kontrol ventilasi, pemantauan kualitas udara dan VOC. Sensor memerlukan dua *input* tegangan yaitu tegangan saat pemanasan (VH) dan tegangan rangkaian (VC). Tegangan saat pemanasan (VH) diterapkan untuk pemanasan terpadu untuk mempertahankan elemen tegangan rangkaian (VC) diterapkan untuk memungkinkan pengukuran tegangan (*Vout*) di resistor beban (RL) harus dipilih untuk mengoptimalkan nilai ambang batas alarm, menjaga konsumsi daya (PS) dari semikonduktor bawah batas 15mW. Konsumsi daya (PS) akan tertinggi ketika nilai Rs sama dengan RL pada paparan gas. Pada Tabel 2.6 akan ditunjukkan spesifikasi dari sensor SO₂ (TGS 2602).

Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor SO₂ (TGS2602)

<i>Symbol</i>	<i>Name</i>	<i>Technical</i>	<i>Remarks</i>
<i>VH</i>	<i>Heating Voltage</i>	$5,0 \pm 0,2 \text{ v}$	<i>AC or DC</i>
<i>RH</i>	<i>Heating Resistance</i>	<i>Approx 59 Ω</i>	<i>Room Temperature</i>
<i>IH</i>	<i>Heating Current</i>	$56 \pm 5 \text{ mA}$	
<i>PH</i>	<i>Hating Power</i>	280 mW	

Symbol	Name	Technical	Remarks
Vc	Circuit Voltage	$5,0 \pm 0,2 \text{ v}$	DC
Rs	Sensor Resistance	$10 \text{ K} - 1000 \text{ K}$ Ω	

2.4 Thermocouple [8]

Salah satu jenis sensor temperatur yang berfungsi untuk mendeteksi atau mengukur temperatur melalui dua jenis logam konduktor berbeda. Dua jenis logam konduktor tersebut digabungkan menjadi satu melalui ujungnya sehingga menimbulkan efek yang disebut dengan *Thermo-electric*. responnya yang cepat terhadap perubahan temperatur. Selain itu termokopel juga memiliki rentang temperatur operasional yang luas, mulai dari -200 derajat celcius sampai dengan 2.000 derajat celcius. Kelebihan lain yang dimiliki oleh *Thermocouple* adalah tahan terhadap guncangan atau getaran. Prinsip kerja termokopel ini terbilang cukup sederhana. Sebuah termokopel memiliki dua buah kawat logam konduktor berbeda jenis yang digabungkan ujungnya. Satu logam berfungsi sebagai referensi dengan temperatur konstan (tetap), dan logam yang lain berfungsi untuk mendeteksi temperatur panas. Bentuk fisik dari *thermocouple* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Thermocouple max 6675 tipe – k

2.5 Module Relay [9]

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar atau *Switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil

(*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Bentuk fisik dari *module relay* dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 *Module Relay*

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- a. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- b. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

2.6 **Module HC -12 [10]**

Modul Komunikasi *port* serial nirkabel HC-12 adalah *multi-channel* generasi baru modul transmisi data nirkabel tertanam. HC-12 adalah pemancar *half-duplex* 20 dBm (100 mW) yang dipasangkan dengan penerima yang memiliki -117 dBm (2×10^{-15} W) sensitivitas pada 5000 bps. Rentang frekuensi kerja nirkabelnya 433,4 – 473,0 MHz, beberapa saluran dapat diatur dengan lompatan 400 KHz dan ada 100 saluran. Bentuk fisik dari HC -12 dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 *Module HC -12*

Spesifikasi Module HC 12 dapat dilihat pada Tabel 2.7 seperti dibawah ini :

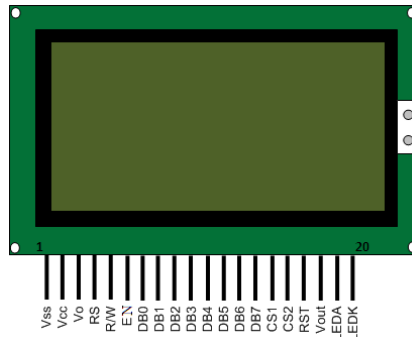
Tabel 2.7 Spesifikasi HC – 12

Pin	Definisi	I/O	Keterangan
1	VCC		DC <i>input</i> 3.2 – 5.5 V dengan kapasitas beban 200mA
2	GND		Ground
3	RXD	<i>Input, Weak pull-up</i>	URAT <i>input port</i> , TTL level
4	TXD	<i>Output</i>	URAT <i>output port</i> , TTL level
5	SET	<i>Input</i>	Pengaturan parameter pin kontrol, berlaku untuk level rendah; 1k resistensi telah terjadi terhubung secara seri
6	ANT	<i>Input/output</i>	433MHZ antenna pin
7	GND		<i>Common ground</i>
8	GND		<i>Common ground</i>
9	NC		Tidak ada koneksi, digunakan dalam memperbaiki, kompatibel dengan modul HC-11
ANT1	ANT	<i>Input/output</i>	IPEX20279-001E-03 soket antenna
ANT2	ANT	<i>Input/output</i>	433MHz <i>spring</i> antenna solder eye

2.7 LCD (*Liquid Cristal Display*) [11]

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari

back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 LCD 20x4

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- 1.Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- 2.Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data.
- 3.Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- 4.Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- 5.Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

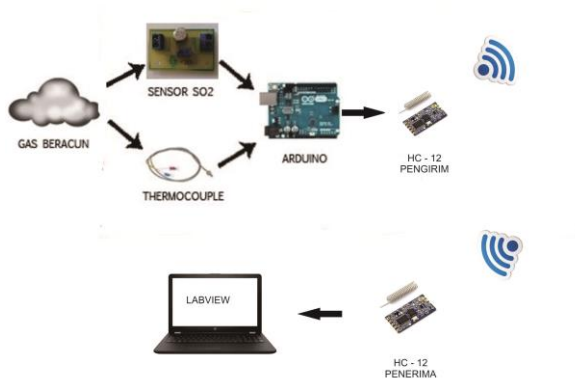
2.8 LabVIEW [12]

LabVIEW (singkatan dari *Laboratory Virtual Intrumentation Engineering Workbench*) adalah perangkat lunak komputer sebagai

pemrosesan data dalam bidang akuisisi data, kendali instrumentasi serta automasi industri yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan National Instruments pada tahun 1986. Perangkat lunak ini dapat dijalankan pada sistem operasi *Linux*, *Unix*, *Mac OS X*, dan *Windows*. LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis *grafis* atau *blok diagram* sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis *text*. Program LabVIEW dikenal dengan sebutan VI atau *Virtual Instruments* karena penampilannya dapat meniru sebuah *instruments*. Pada LabVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan kontrol dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push button*, *dials*, dan peralatan input lainnya. Sedangkan, yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, *LEDs* dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun *blok diagram* yang berisi kode-kode Vis untuk mengontrol *front panel*.

BAB III PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini membahas tentang tahapan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Beracun (SO₂) pada Aktivitas Gunung Berapi. Perancangan disini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* terdiri dari perancangan kotak kontrol, pembuatan rangkaian *power supply*, perancangan sensor gas SO₂, perancangan sensor *Thermocouple*, perancangan I2C LCD, perancangan sistem komunikasi gelombang radio, perancangan rangkaian *relay exhaust fan*. Perancangan *Software* meliputi perancangan pembuatan program pembacaan sensor gas SO₂, perancangan program *temperature*, perancangan program pengiriman data menggunakan gelombang radio, perancangan tampilan LabVIEW. Berikut diagram fungsional alat dari Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Fungsional Alat

3.1 Perancangan *Hardware*

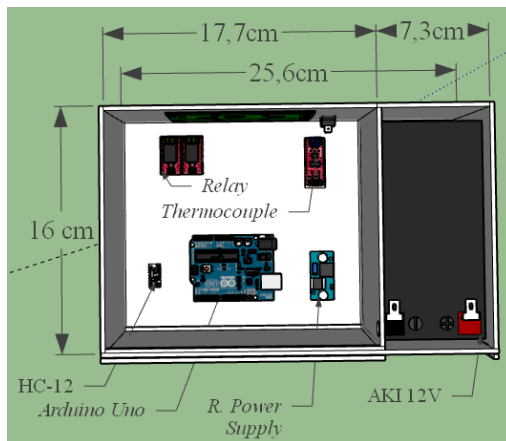
Pada perancangan *hardware* dibagi menjadi beberapa sub bagian antara lain :

1. Perancangan Kotak Kontrol
2. Rangkaian *Power Supply*

3. Rangkaian Sensor SO₂ TGS 2602
4. Rangkaian Sensor *Thermocouple*
5. Rangkaian Radio Frekuensi HC-12
6. Rangkaian *Relay Exhaust Fan*
7. LCD

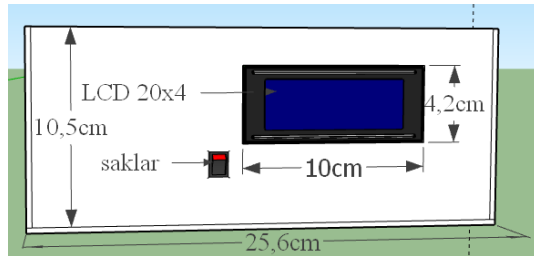
3.1.1 Perancangan Kotak Kontrol

Perancangan kotak kontrol ini sebagai tempat dari beberapa rangkaian yang telah dirancang sebelumnya sehingga alat ini lebih *compact* dan *portable* karena disusun dengan rapi dan minimalis. Kotak kontrol ini berukuran panjang 25,6 cm, lebar 16,6 cm, dan tinggi 10,5 cm. Bahan yang digunakan untuk pembuatan kotak kontrol ini terbuat dari *acrylic*. Kotak kontrol ini dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian kontroler dan sensor. Pada bagian kontroller terdiri dari *Arduino*, *accu* 12 Volt, HC-12, *relay module*, rangkaian *Thermocouple*, rangkaian *power supply*. Dapat dilihat pada Gambar 3.2



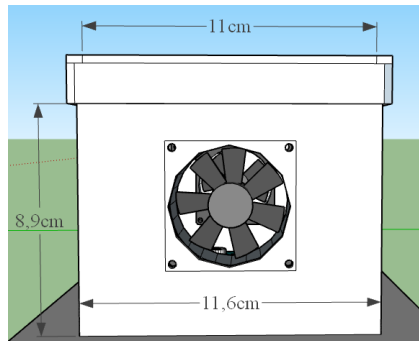
Gambar 3.2 Kotak Bagian Kontrol Tampak Atas

Pada Gambar 3.3 terdapat I2C LCD dan saklar yang terhubung dengan *Arduino* pada kotak kontrol yang akan menampilkan kadar gas dan temperatur yang terbaca dari pembacaan sensor gas SO₂ TGS2602 dan sensor *temperature Thermocouple*.



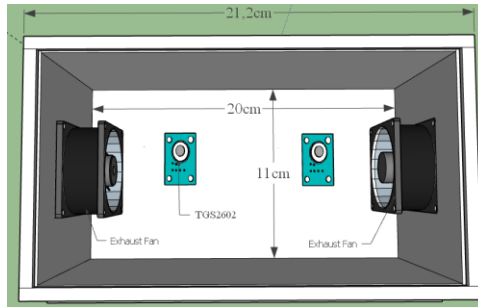
Gambar 3.3 Rancangan Kotak Bagian Kontrol Tampak Depan

Pada Gambar 3.4 Pada kotak sensor terdapat dua buah *exhaust fan* yang berfungsi menyedot dan membuang udara. *Exhaust fan* disini diatur menyala selama 20 detik sekali untuk mengambil sampel udara di daerah gunung berapi dengan cara menyedot udara dari luar agar bisa masuk kedalam kotak sensor. Udara akan dideteksi oleh kedua sensor selama 2 menit setelah selesai pembacaan maka *exhaust fan* aktif kembali untuk membuang udara ke luar kotak selama 10 detik.



Gambar 3.4 Pada Kotak Sensor Tampak Samping

Perancangan pembuatan kotak sensor ini dibuat sedemikian rupa agar berfungsi secara maksimal. Kotak sensor ini dibuat dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 10 cm. Pada pembuatan kotak sensor ini agar nantinya gas yang ada di lingkungan sekitar bisa ditarik ke dalam kotak dan selanjutnya akan diukur kadar gas sulfur dioksida dan temperatur udara sekitar bencana. Dapat dilihat pada Gambar 3.5

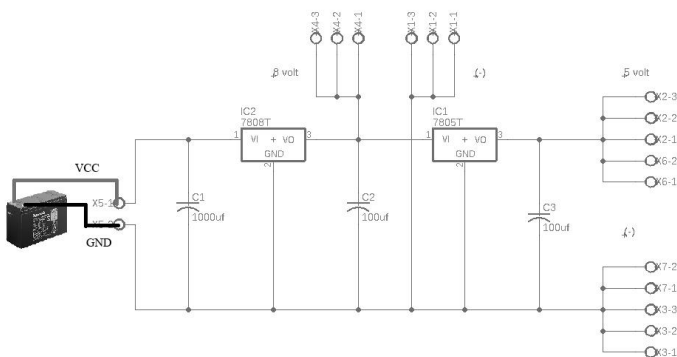


Gambar 3.5 Perancangan Kotak Sensor

3.1.2 Rangkaian *Power Supply*

Rangkaian *power supply* berfungsi untuk *supply* arus dan tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian *power supply* ini terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 Volt, dan 8 Volt dengan sumber dari aki 12 volt 7,2Ah. Keluaran 8 Volt digunakan untuk menghidupkan *Arduino* sedangkan 5 Volt digunakan untuk menghidupkan LCD, sensor gas, sensor temperatur HC-12, *module relay* dan *exhaust fan*. Pada Gambar 3.6 akan dijelaskan rangkain skematik *power supply*.

Regulator tegangan 8 Volt (LM7808CT) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 8 Volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. *Regulator* tegangan 5 Volt (LM7805CT) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 Volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya.



Gambar 3.6 Rangkaian Skematik *Power Supply*

Pemakaian daya dari masing-masing komponen yaitu *Arduino uno* sebesar 0,1 Watt, *Arduino nano* 0,095 Watt, sensor TGS 2602 0,028 Watt, *Thermocouple* 0,008 Watt, 2 buah *Exhaust Fan* 1 Watt, *module relay* 0,72 Watt dengan total pemakaian daya sebesar 2,051 Watt. Perhitungan menggunakan rumus $P = V \times I$ dan penjumlahan total daya menggunakan rumus $P = P_1 + P_2 + P_n$. Dimana masing-masing komponen memiliki tegangan dan arus yang berbeda tertera pada datasheet yang dilampirkan pada Lampiran B. Dari daya total yang didapat maka kita bisa menghitung lama waktu dari pemakaian aki dengan perhitungan sebagai berikut

$I = P / V$	keterangan:
$I = 2,051 \text{ Watt} / 12 \text{ Volt}$	$I = \text{ arus (A)}$
$I = 0,171 \text{ A}$	$P = \text{ Daya (Watt)}$
	$V = \text{ Tegangan (Volt)}$

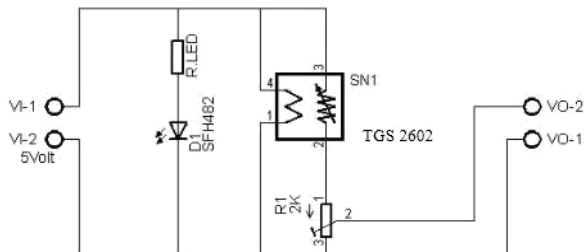
$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= I_{\text{aki}} / 0,171 = \dots \text{ jam} \\ \text{Waktu pemakaian} &= 7,2 / 0,171 = 42,11 \text{ jam} \\ \text{Waktu pemakaian} &= 42,11 \text{ jam} - \text{dieffisiensi aki } 20\% \\ &= 42,11 \text{ jam} - 8,422 \text{ jam} \\ &= 33,688 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan waktu pemakaian aki sekitar 33,68 jam atau selama 1 hari lebih 9 jam 6 menit.

3.1.3 Rangkaian Sensor SO₂ (TGS 2602)

Pada rangkaian sensor SO₂ ini yaitu membuat *driver* sensor terlebih dahulu. Pada sensor SO₂ sebelum mendapatkan tegangan sebesar 5V DC perlu adanya suatu beban RL. Beban RL yang digunakan yaitu resistor 2K ohm. Untuk rangkaian perancangan sensor SO₂ bisa dilihat pada Gambar 3.7

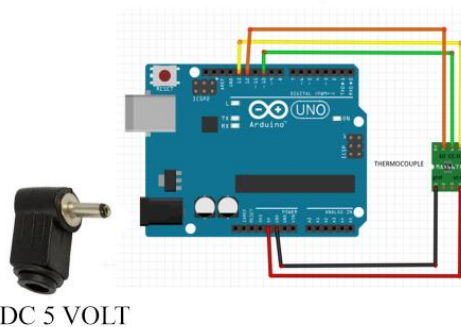
Pada Perancangan sensor SO₂ ini terlihat pin VI dan VO. Yang mana VI sebagai *input* sensor yang akan disambungkan ke *power supply*. Ada 2 pin VI, yaitu VI-1 disambungkan ke *ground power supply* sedangkan VI-2 disambungkan ke *VCC power supply*. Tegangan yang dibutuhkan sensor SO₂ dari *power supply* sebesar 5VDC. Pin VO sendiri sebagai *output* sensor SO₂ yang akan disambungkan ke *Arduino Uno*. Pin VO juga ada 2, yaitu VO-1 disambungkan ke A0 *Arduino* dan VO-2 disambungkan ke *ground Arduino*.



Gambar 3.7 Rangkaian Skematik Sensor SO₂ TGS 2602

3.1.4 Rangkaian Sensor *Thermocouple*

Rangkaian sensor temperatur digunakan sebagai rangkaian untuk mendeteksi temperatur gas pada area yang akan dideteksi. Sensor temperatur yang digunakan adalah sensor *Thermocouple* tipe K. Kapasitas temperatur yang dapat dideteksi yaitu mulai dari -200°C sampai 1250°C Keluaran dari sensor temperatur ini kemudian dibaca oleh *Arduino Uno*.



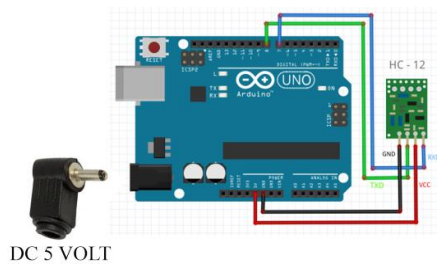
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor *Thermocouple*

Konfigurasi pin *Thermocouple* dengan *Arduino Uno* yaitu pin 5V *Arduinio* dihubungkan dengan pin VCC *Thermocouple*, pin GND *Arduino* di hubungkan dengan pin GND *Thermocouple*, pin CS *Thermocouple* di hubungkan dengan pin 10 digital *Arduino*, pin SO *Thermocouple* di hubungkan dengan pin 12 digital *Arduino*, dan pin SCK

Thermocouple di hubungkan dengan pin 13 digital *Arduino*. Perancangan rangkaian sensor temperatur pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.8

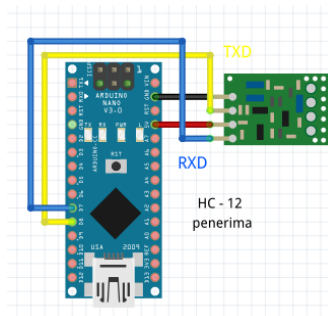
3.1.5 Rangkaian *Module HC-12*

Rangkaian komunikasi pada tugas akhir ini yaitu menggunakan modul radio frekuensi HC -12. Rentang frekuensi kerja nirkabelnya 433,4 – 473,0 MHz. Jarak yang disarankan pada komunikasi ini yaitu 0 – 110 m. Konfigurasi modul pengirim HC – 12 dengan *Arduino* dijelaskan pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Rangkaian Pengirim *Module HC-12*

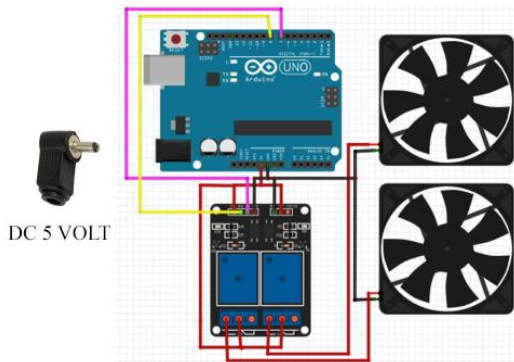
Pin out VCC HC-12 di hubungkan dengan pin 5V *Arduino*, pin GND HC – 12 di hubungkan dengan pin GND *Arduino*, pin RXD di hubungkan dengan pin 6 *Arduino*, pin TXD di hubungkan dengan pin 5 *Arduino*. Begitupun konfigurasi pin pada *Arduino nano* yang diletakkan dibagian penerima. Dapat dilihat pada Gambar 3.10



Gambar 3.10 Rangkaian Penerima *Module HC -12*

3.1.6 Rangkaian *Relay Exhaust Fan*

Rangkaian *Exhaust Fan* yang dikoneksikan dengan modul *relay* dua channel skema konfigurasinya yaitu pin 5V *Arduino* di hubungkan dengan COM *relay* 1 dan COM *relay* 2, pin out NO *relay* 1 dan *relay* 2 dihubungkan dengan VCC kedua *exhaust fan*, pin GND *Arduino* di hubungkan dengan GND *Relay* dan pin 7 digital *Arduino* dihubungkan dengan IN1 *relay* serta pin 8 digital *Arduino* di hubungkan dengan pin IN2 *relay*. Dapat dilihat pada Gambar 3.11

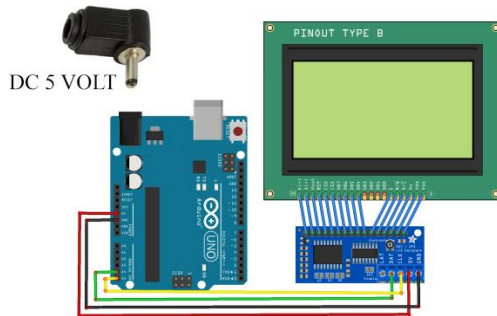


Gambar 3.11 Rangkaian *Module Relay Exhaust Fan*

3.1.7 Rangkaian LCD (Liquid Cristal Display)

Pada Tugas Akhir ini, LCD berfungsi sebagai penampil data gas beracun yang telah dideteksi oleh sensor. LCD yang digunakan yaitu LCD berukuran 20x4. LCD dapat menampilkan data jika disambungkan dengan *controller*. *Controller* yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu *Arduino Uno*. Untuk menyambungkan LCD dengan *Arduino*, yaitu bisa dengan modul I2C *backpack*. Rangkaian skematik modul I2C akan dijelaskan pada Gambar 3.12

Konfigurasi pin antara I2C dan LCD 20x4 yaitu I2C yaitu Pin 5V *Arduino* dihubungkan ke VCC I2C, pin GND *Arduino* dihubungkan ke pin GND I2C, pin A4 *Arduino* dihubungkan ke pin SDA I2C, dan pin A5 *Arduino* dihubungkan ke pin SCL I2C.



Gambar 3.12 Rangkaian I2C LCD

3.2 Perancangan Software

Perancangan *software* terdiri dari pemrograman sensor pada *Arduino IDE* dan program untuk menampilkan data adalah *LabVIEW*.

3.2.1 Pemrograman Software Arduino

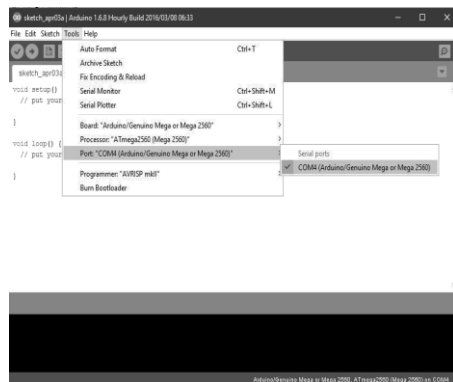
Dalam perancangan program pada *software* arduino dengan fungsi terkait yang dibutuhkan diperlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Tahapan tersebut adalah membuat *flowchart* agar alat lebih sederhana. Setelah tahapan tersebut terselesaikan barulah kita memprogram fungsi terkait yang dikodingkan dalam bahasa C. Untuk memprogram *Arduino* juga harus dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. **Setting Board Arduino.** Dalam pemrograman *software* arduino harus di *setting* terlebih dahulu *board* *Arduino* agar penggunaan *Arduino* cocok. Dalam purwarupa kali ini *Arduino* menggunakan *Arduino Uno R3*. Untuk *setting board* *Arduino* bisa masuk ke *tools – board* – setelah itu pilihlah *board* *Arduino* yang sesuai.
2. **Setting Serial.** *Serial* ini merupakan kabel *Arduino* yang dihubungkan kepada komputer atau laptop. *Serial* ini mempunyai dua fungsi yang bisa digunakan. Pertama *serial port* digunakan untuk mengunduh program dari *Arduino* yang kedua *serial* digunakan sebagai komunikasi *serial* pada *Arduino* dengan komputer. *Setting serial* bisa masuk *tools – serial* - lalu pilih

COM yang sesuai dengan *Arduino* yang terpasang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.13

3. Apabila *program* tidak dapat diunduh karena *serial port*, maka cek terlebih dahulu *serial* yang benar pada *device manager*. Lalu dalam *software Arduino* untuk memilih *serial port*nya samakan dengan *serial port* untuk *Arduino* dalam *device manager* tersebut. Untuk masuk ke *device manager* dapat masuk *start windows* – lalu ketika *device manager* klik dua kali dan masuk ke COM.

Pada Tugas Akhir ini *software* yang digunakan adalah program *Arduino Uno R3* untuk membuat dan merencanakan program dalam bahasa C. Pemrograman *software Arduino* dirancang dengan menggunakan *software* yang bernama *Arduino IDE* dengan menggunakan bahasa pemrograman C. *Arduino* sangatlah berbeda sekali dengan ATmega lainnya. *Arduino* merupakan sebuah kit mikrokontroler AVR yang dibuat dalam sebuah *board* (papan PCB). Dikembangkan di Italia sejak tahun 2005. Dalam 1 *board* sudah terdapat mikrokontroler lengkap dengan *pin/port* untuk koneksi serta sudah dilengkapi dengan *downloader*. Dalam segi bahasa pemrograman, *Arduino* memiliki bahasa pemrograman yang lebih mudah dan sederhana terutama bagi pemula. Alasan bahasa pemrograman *Arduino* lebih mudah dan sederhana adalah karena didalam *Arduino* sudah terdapat beberapa *library* yang dapat digunakan untuk merancang pemrograman yang diinginkan. Pada Gambar 3.14 berikut menunjukkan *flowchart* yang digunakan pada *Arduino Uno R3* pada Tugas Akhir ini.



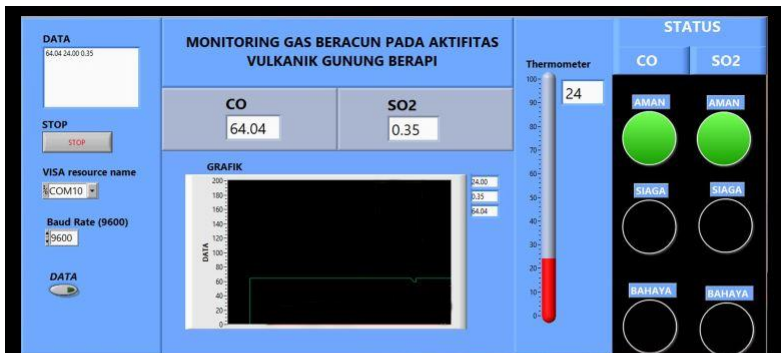
Gambar 3.13 Setting Serial Port USB Arduino



Gambar 3.14 Flowchart Program Arduino

3.2.2 Pemograman Tampilan di LabVIEW

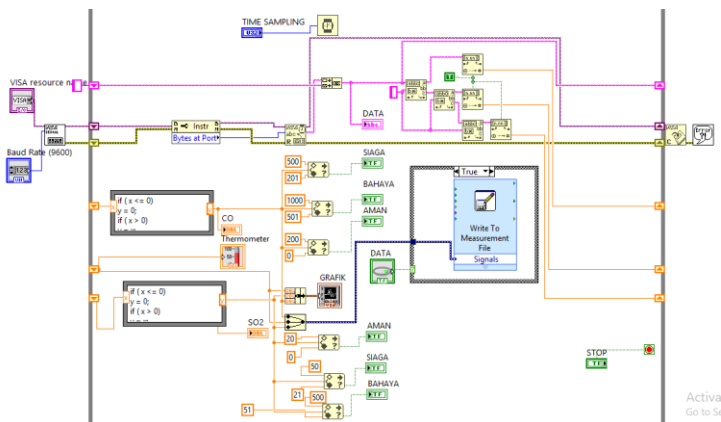
Ketika awal memulai *software* LabVIEW, tahapan yang dilakukan adalah dengan membuka *File Menu* kemudian klik *New VI*. *Untitled VI* akan mempunyai dua bagian yang disebut *Front Panel* dan *Block Diagram*. *Front Panel Window* merupakan *user interface window* pada saat VI dijalankan, sedangkan *Block Diagram Window* merupakan bagian yang akan melakukan kalkulasi dan mengeksekusi algoritma. Gambar 3.15 dan Gambar 3.16 menunjukkan *state diagram* yang difungsikan pada LabVIEW untuk Monitoring Gas Beracun.



Keterangan :

- Stop : untuk menghentikan program yang sedang berjalan (run).
- Visa Resource Name : untuk menentukan port usb yang digunakan.
- Baud rate : untuk menentukan nilai kecepatan aliran data yang akan digunakan.
- Data : untuk menyimpan data yang terbaca oleh sensor yang akan di simpan di Microsoft Excel.
- Grafik : untuk menampilkan pergerakan data yang terbaca oleh sensor dalam bentuk grafis.
- Thermometer : untuk menampilkan data yang terbaca oleh thermocouple.
- Kolom CO dan SO₂ : untuk menampilkan data yang terbaca oleh sensor CO dan SO₂.
- Status : Untuk menampilkan status indikator bahaya atau tidaknya gas yang terdeteksi.

Gambar 3.15 Tampilan Monitoring Gas



Gambar 3.16 Blok Diagram Monitoring Gas

BAB IV

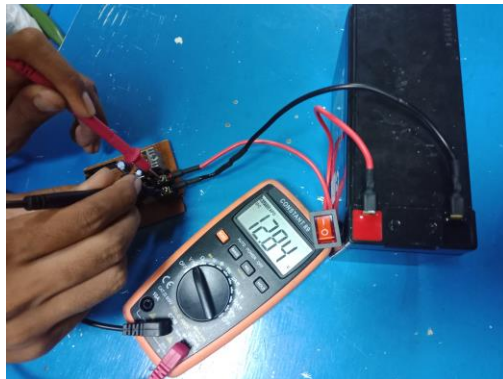
PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian sistem yang dilakukan merupakan pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen sistem apakah berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan. Terdapat beberapa pengujian sistem, antara lain:

1. Pengujian *Power Supply*
2. Pengujian Sensor SO_2
3. Pengujian Perbandingan Alat
4. Pengujian Sensor *Thermocouple*
5. Pengujian HC - 12
6. Pengujian Keseluruhan

4.1 Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Pengujian rangkaian *power supply* ini dilakukan guna mengetahui tegangan keluaran dari *accu*. *Accu* yang digunakan yaitu *accu* Panasonic 12 V. Dengan begitu kita akan mengetahui apakah *accu* bisa memenuhi konsumsi daya pada alat. Gambar 4.1 merupakan rangkaian pengujian *power supply*.



Gambar 4.1 Rangkaian *Power Supply*

Pada skema Gambar 4.1, tegangan DC 12 V dari *accu* inilah nantinya yang akan menjadi tegangan *input* untuk rangkaian *power supply*.

Tegangan *output* dari rangkaian *power supply* tersebut berupa tegangan DC 5 V dan tegangan DC 8 V. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui presisi dan akurasi tegangan *output* dari *power supply*. Tegangan *output* yang diharapkan dari *power supply* ini adalah tegangan DC sebesar 5 Volt dan 8 Volt. Tabel hasil pengujian *power supply* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian *Power Supply*

E	Tegangan Input (Volt)	Tegangan Output (Volt)
5 Volt	12,85	5,02
	12,82	5,01
	12,85	5,01
8 Volt	12,84	8,07
	12,85	8,07
	12,85	8,07

Setelah dilakukan pengujian, kemudian dilakukan perhitungan persentase *error* dari *power supply*. Persentase *error* untuk pengujian *power supply* ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.1.

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Tegangan yang diinginkan} - \text{Tegangan Output}}{\text{Tegangan yang diinginkan}} \times 100\% \quad \dots\dots 4.1$$

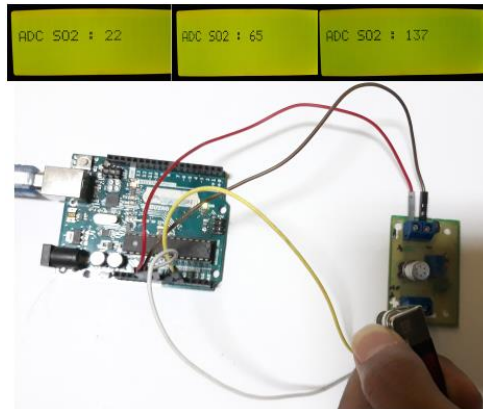
Dengan menggunakan Persamaan 4.1, maka persentase *error* pada pengujian *power supply* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Persentase *Error Power Supply*

Tegangan yang diinginkan (VDC)	Tegangan Output (VDC)	% Error
5 Volt	5,02	0,04
	5,01	0,02
	5,01	0,02
8 Volt	8,06	0,0075
	8,07	0,0087
	8,07	0,0087

4.2 Pengujian Sensor SO₂

Pengujian sensor SO₂ ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor sudah dapat bekerja dengan baik dan benar dalam mendeteksi gas SO₂. Sensor SO₂ yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu TGS2602. Sensor TGS2602 memiliki kepekaan yang baik terhadap gas sulfur dioksida. Skema pengujian sensor gas SO₂ dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Sensor SO₂ (TGS2602)

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa Sensor TGS2602 tersambung dengan *Arduino Uno*. Agar sensor mendeteksi sesuai yang kita inginkan, *Arduino Uno* akan diberi sebuah program yang telah dibuat di *software IDE* seperti Gambar 4.3.

```
int val1 = analogRead(A1);  
Serial.print(kadar);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("GAS SO2 :");  
lcd.setCursor(10,1);  
lcd.print(kadar);  
delay(1000);
```

Gambar 4.3 Program Pembacaan Sensor SO₂

Tabel 4.3 Pembacaan ADC Sensor SO₂

No	Pembacaan Sensor (ADC)	Tegangan (Volt)
1	22	0,11
2	65	0,32
3	137	0,67

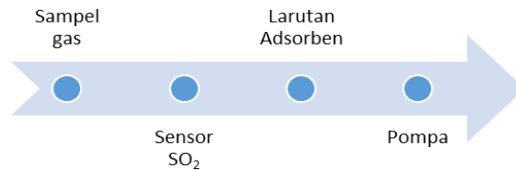
Pada Tabel 4.3 terlihat bahwa saat melakukan pengujian sensor didapat pembacaan nilai sensor berupa nilai adc yaitu sebesar 22, 65 dan 137 dengan menggunakan sampel korek api sebagai sumber gas. Sensor SO₂ juga membutuhkan waktu kondisi kerja atau pemanasan dalam penggunaannya. Waktu pemanasan rata-rata yang diperlukan agar komponen sensitif dapat bekerja berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Pengujian Waktu Pemanasan Sensor SO₂ (TGS2602)

Pengujian	Waktu Pemanasan
1	143detik
2	109detik
3	84detik
4	71detik
5	62 detik
Watu Pemanasan Rata - Rata	93,8 detik

Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh data waktu pemanasan sensor TGS 2602 dimana dapat diketahui bahwa lama dari waktu yang dibutuhkan sensor untuk membaca gas secara tepat dan stabil. Pengujian 1 dilakukan dalam rentang waktu selama dua hari. Pengujian 2 dilakukan dalam rentang waktu selama satu hari. Sementara untuk pengujian 3 hingga pengujian 5 dilakukan dalam rentang waktu selama 30 menit - 120 menit. Setelah melakukan percobaan dapat di simpulkan bahwa waktu pemanasan sensor sebelum

melakukan pengujian minimal selama 62 detik dengan waktu pemanasan rata-rata selama 93,8 detik atau 1,5 menit



Gambar 4.4 Proses Kalibrasi Sensor Gas SO₂

Pengujian Sensor SO₂ (TGS 2602) dilakukan dengan mendeteksi gas dengan sampel kotoran hewan ternak yang ditutup selama 3-5 hari. Pengujian Sensor SO₂ melakukan kalibrasi dengan bantuan pihak Balai K3 Surabaya. Kalibrasi dilakukan dengan teknik adsorbs yaitu dengan cara mengaliri gas sampel menuju sensor SO₂ kemudian gas sampel akan mengalir menuju larutan adsorben dimana gas sampel di sedot oleh pompa. Berikut Gambar 4.4 proses dari kalibrasi sensor gas SO₂ dan pada Gambar 4.5 Pengujian Kalibrasi menggunakan larutan Absorben



Gambar 4.5 Proses Kalibarsi Larutan Adsorben

Setelah dilakukan kalibrasi diperoleh data pembacaan sensor gas oleh sensor SO₂ TGS 2602 dan larutan adsorben dengan sampel kotoran hewan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi Gas SO₂

No	Temperatur (°C)	Sensor SO ₂ (ADC)	Alat Ukur (PPM)
1	31,2	21	0,08
2	31,2	23	0,11
3	31,2	54	1,13

Pada Tabel 4.5 pembacaan sensor TGS 2602 dalam mendeteksi gas SO₂ masih dalam bentuk ADC. Oleh karena itu harus adanya rumus konversi data dari bentuk ADC ke bentuk satuan gas standart SO₂ yaitu PPM (*Part Per Million*). Untuk mendapatkan rumus konversi tersebut, yaitu dengan memasukkan data ADC yang telah dikalibrasi ke *Microsoft excel*. Setelah itu, masukkan rumus *intercept* dan *slope*. Pada Tabel 4.6 didapat hasil *intercept* sebesar 0,6149 sedangkan hasil *slope* sebesar 0,0323. Kemudian hasil dari *intercept* dan *slope* dimasukkan ke dalam program *Arduino* sebagai rumus konversi seperti pada Gambar 4.6

```
kadar = ((vall*0.0323)-0.6149);
Serial.print(kadar);
Serial.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("GAS SO2 :");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print(kadar);
delay(1000);
```

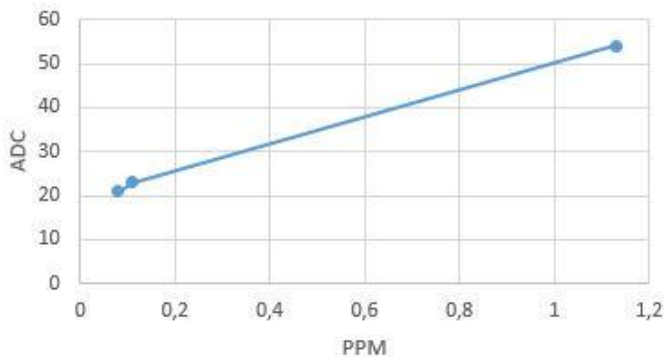
Gambar 4.6 Program Konversi Gas SO₂

Setelah dikonversi dengan rumus yang ada pada program seperti Gambar 4.6 maka pembacaan yang semula dalam bentuk ADC sudah berubah dalam bentuk PPM. Hasil pembacaan sensor SO₂ dari program konversi terlihat pada Tabel 4.6 dengan persentase error pada masing – masing pengujian.

Tabel 4.6 Hasil Konversi Sensor

No	Temperatur (°C)	Sensor SO ₂ (PPM)	Alat Adsor-ben (PPM)	Error (%)
1	31,2	0,06	0,08	0,207
2	31,2	0,128	0,11	0,16
3	31,2	1,129	1,13	0,0008

Pada Gambar 4.7 terlihat grafik dari konversi pembacaan adc dengan rumus *slope intercept* yaitu $y = 0,0323x - 0,6419$. Sehingga didapat hasil konversi pada Tabel 4.6 dimana hasil dari persentase error yaitu 0,0008 %, 0,16 % dan 0,207 %



Gambar 4.7 Hasil Kalibrasi Gas SO₂

4.3 Pengujian Perbandingan Alat

Pengujian perbandingan alat dilakukan untuk mengukur ketelitian dan keakuratan sensor setelah melalui proses kalibrasi. Pengukuran dilakukan dengan sumber gas asap kendaraan di Balai K3 Surabaya.



Gambar 4.8 ECOM J2KN PRO

Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Alat

No	Sensor TGS 2602 (PPM)	ECOM J2KN PRO (PPM).	Error %
1	0,00	0	0 %
2	1,10	1	0,1 %
3	2,16	2	0,08 %

Pengujian perbandingan dilakukan dengan pengambilan beberapa data yaitu dengan membandingkan pembacaan pada alat Tugas Akhir dengan alat ECOM J2KN PRO sesuai pada Gambar 4.8. Didapatkan hasil dari perbandingan dengan nilai sesuai dengan Tabel 4.7 dan ilustrasi pengujian seperti pada Gambar 4.9, dimana saat pembacaan sensor gas SO₂ TGS2602 terbaca 0,00 ppm dan alat uji ECOM J2KN PRO terbaca 0 ppm dengan tingkat eror 0%. Dan pada saat sensor SO₂ ,membaca 1,10 ppm ECOM J2KN membaca 1 ppm dan tingkat eror 0,1 % , ketika sensor SO₂ membaca 2,16 ppm ECOM J2KN membaca 2 ppm dan tingkat eror 0,08 %

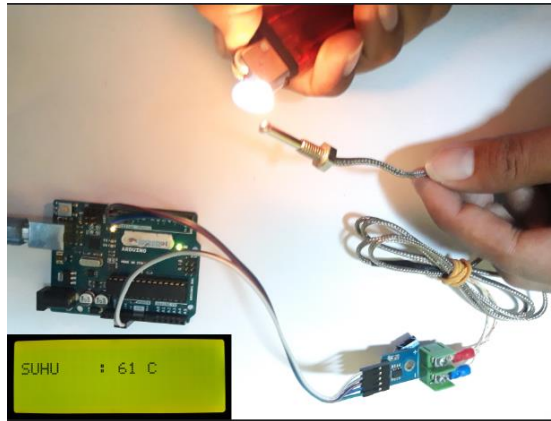


Gambar 4.9 Pengujian Alat di Area K3 Surabaya

Dari hasil pada Tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwasanya pembacaan dari sensor yang digunakan pada Tugas Akhir ini memiliki tingkat eror 0 % - 0,1 % dengan sampel gas yaitu asap kendaraan bermotor dengan bahan bakar *pertalite*

4.4 Pengujian Sensor *Thermocouple*

Pengujian sensor temperatur bertujuan untuk mengetahui apakah sensor sudah dapat bekerja dengan baik dan tepat dalam mendeteksi temperatur. Sensor temperatur yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu *Thermocouple* tipe - k MAX 6675. Sensor *thermocouple* memiliki kepekaan yang baik terhadap temperatur tinggi dengan range berkisar 0 sampai 1023,75 °C. Pengujian dilakukan dengan menyalakan korek yang langsung terkena probe dari *thermocouple* dan juga thermometer digital. Skema pengujian sensor *thermocouple* dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian Pengujian Sensor *Thermocouple*

Pada Gambar 4.10 terlihat bahwa Sensor *Thermocouple* tersambung dengan *Arduino Uno*. Dimana pengujian ini dilakukan dengan sampel menggunakan korek api yang dinyalakan dan didekatkan dengan sensor. Agar sensor mendeteksi sesuai yang kita inginkan, *Arduino Uno* akan diberi sebuah program yang telah dibuat di *software IDE* seperti Gambar 4.11

```
int temp = thermocouple.readCelsius();
Serial.print(temp);
Serial.println('c');
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("SUHU   :");
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print(temp);
lcd.print('c');
delay(1000);
```

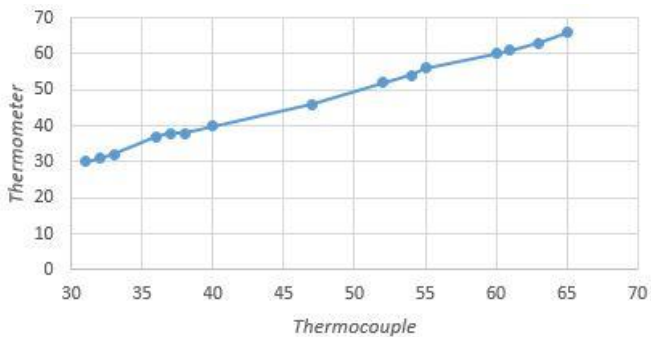
Gambar 4.11 Program Sensor *Thermocouple*

Pengujian dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan thermometer digital dapat dilihat di Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Kalibrasi *Thermocouple*

No	<i>Thermocouple</i> (°C)	<i>Thermometer</i> digital (°C)	<i>Error</i> (%)
1	31	30	0,03
2	32	31	0,03
3	33	32	0,03
4	36	37	0,02
5	37	38	0,02
6	38	38	0
7	40	40	0
8	40	43	0,06
9	47	46	0,02
10	52	52	0
11	52	53	0,018
12	54	54	0
13	55	56	0,017
14	60	60	0
15	61	61	0

Setelah dikalibrasi diperoleh data hasil membandingkan antara sensor *thermocouple* dengan *thermometer* dengan menggunakan metode linearisasi didapatkan hasil *slope* dan *intercept*. Nilai *slope* sebesar 1,0237 dan nilai *intercept* sebesar 1,1117. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.12

**Gambar 4.12** Hasil Kalibrasi Temperatur



Gambar 4.13 Pengujian Kalibrasi *Thermocouple*

Dapat dilihat hasil pengujian pada Tabel 4.9 setelah dilakukannya kalibrasi sensor dilakukan pengujian kembali dan dapat disimpulkan bahwa sensor telah memiliki tingkat eror sebesar 0 – 0,03 % dan pada Gambar 4.13 Merupakan dokumentasi dari hasil kalibrasi *thermocouple*.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Setelah Kalibrasi

No	<i>Thermocouple</i> (°C)	<i>Thermometer</i> (°C)	<i>Error</i> (%)
1	28	27	0,03
2	29	28	0,03
3	31	30	0,03
4	33	33	0
5	35	35	0
6	37	36	0,02
7	40	39	0,02
8	43	42	0,02
9	47	47	0
10	50	50	0

4.5 Pengujian HC -12

Perancangan program komunikasi gelombang radio menggunakan modul HC – 12 dapat dilihat pada Gambar 4.14 dimana program tersebut merupakan program pengiriman data dari alat yang diletakkan di sekitar gunung yang akan dikirim ke komputer pos pantau.

```
kadar = ((vall*0.0323)-0.6149);  
Serial.print(kadar);  
Serial.print(" ");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("GAS SO2 :");  
lcd.setCursor(10,1);  
lcd.print(kadar);  
HC12.print(kadar);  
delay(1000);
```

Gambar 4.14 Program Pengirim Sensor Gas SO₂

```
int temp = thermocouple.readCelsius();  
Serial.print(temp);  
Serial.println('c');  
lcd.setCursor(0,2);  
lcd.print("SUHU :");  
lcd.setCursor(10,2);  
lcd.print(temp);  
lcd.print('c');  
HC12.print(temp);  
delay(1000);
```

Gambar 4.15 Program Pengirim Sensor Temperatur

Pada Gambar 4.15 merupakan program pengiriman data dari sensor temperatur. Perancangan program penerimaan data hasil pembacaan sensor akan diterima oleh alat yang terletak di pos pantau dengan program seperti pada Gambar 4.16

```

if (HC12.available() > 0) {
    while (HC12.available() > 0) {

        Serial.print(char(HC12.read()));
    }
}

```

Gambar 4.16 Program Penerima HC – 12

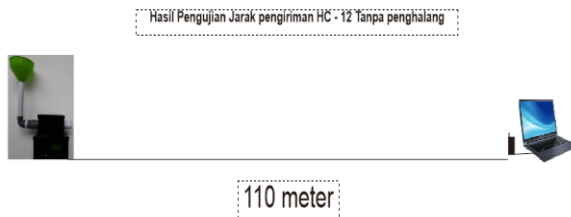
Pengujian HC - 12 dilakukan pada area Departemen Teknik Elektro Otomasi pada tanggal 10 Juli 2018 dilakukan pada pukul 22.00 sampai dengan 22.30 dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak yang telah ditentukan tanpa penghalang atau diarea terbuka. Dimana laptop diletakkan didepan Halaman Departemen Teknik Kimia Industri dan Alat diletakkan di dekat portal Departemen Teknik Mesin Industri. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan ilustrasi pengujian seperti pada Gambar 4.17

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Jarak HC - 12

No	Jarak (meter)	Keterangan
1	10	Terkirim
2	20	Terkirim
3	30	Terkirim
4	40	Terkirim
5	50	Terkirim
6	60	Terkirim
7	70	Terkirim
8	80	Terkirim
9	90	Terkirim
10	100	Terkirim dengan delay 5 detik
11	110	Terkirim dengan delay 5 detik
12	120	Tidak Terkirim

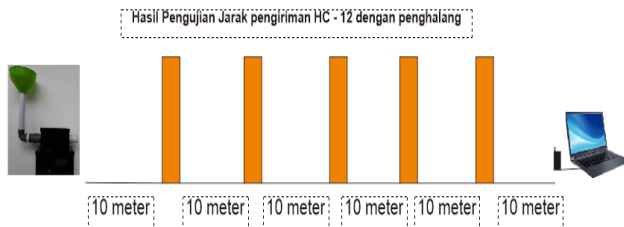
No	Jarak (meter)	Keterangan
13	130	Tidak Terkirim
14	140	Tidak Terkirim
15	150	Tidak Terkirim

Dari data hasil pengujian pengiriman data di area terbuka dapat disimpulkan bahwa data dapat terkirim pada *range* jarak 0 – 110 meter dan data tidak dapat terkirim pada jarak 120 - 150 meter dan diatas 150 meter.



Gambar 4.17 Pengujian Pengiriman Data di Area Terbuka

Pengujian HC - 12 dilakukan pada area Departemen Teknik Elektro Otomasi pada tanggal 9 Juli 2018 dilakukan pada pukul 20.00 sampai dengan 20.30 dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak yang telah ditentukan dengan penghalang berupa bangunan dan pepohonan. Dimana laptop diletakkan di dalam Kontainer Departemen Teknik Elektro Otomasi sedangkan Alat diletakkan di halaman Parkiran Vokasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.18



Gambar 4.18 Pengujian dengan Penghalang

Tabel 4.11 Hasil Pengujian HC -12 dengan Penghalang

No	Jarak (meter)	Keterangan
1	10	Terkirim
2	20	Terkirim
3	30	Terkirim
4	40	Terkirim
5	50	Terkirim
6	60	Tidak Terkirim
7	70	Tidak Terkirim
8	80	Tidak Terkirim
9	90	Tidak Terkirim
10	100	Tidak Terkirim
11	110	Tidak Terkirim
12	120	Tidak Terkirim
13	130	Tidak Terkirim
14	140	Tidak Terkirim
15	150	Tidak Terkirim

Dari data hasil pengujian pengiriman data dengan penghalang berupa gedung dan pohon dapat disimpulkan bahwa data dapat terkirim pada *range* jarak 0 – 50 meter dan data tidak dapat terkirim pada jarak 60 - 150 meter dan diatas 150 meter.

4.6 Pengujian Keseluruhan

Setelah sensor sudah dikalibrasi dan sudah mendapatkan perhitungan konversi dari kalibrasi sebagai ketetapan dalam pembacaan sensor maka alat perlu dilakukan pengujian pengambilan data. Terdapat 4 objek yang sudah dilakukan untuk pengujian alat yaitu kawah sikidang, dieng, parkir an vokasi, gunung anyar, dan kandang sapi pakal.surabaya.

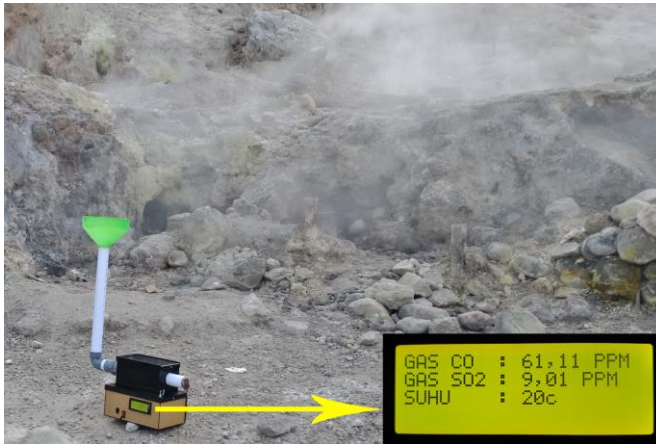
Pengujian ini dilakukan dengan menentukan batasan dari kadar gas SO₂ apakah termasuk dalam kadar gas aman yaitu pada *range* 0 – 20 PPM, apakah termasuk dalam kadar gas siaga yaitu pada *range* 21 – 50 PPM dan apakah termasuk dalam kadar gas berbahaya yaitu pada *range* 51 – 500 PPM.

Percobaan pertama dilakukan pada area gunung Dieng tepatnya pada kawasan kawah sikidang pada tanggal 04 Juli 2018 dilakukan selama 2 jam 30 menit yaitu pada puku 14.30 sampai dengan 17.00 dengan objek gas yang keluar dari kawah sikidang dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.12 pengiriman data selama 20 menit dimana keseluruhan data terdapat pada Lampiran C-2 dan Gambar 4.19 sebagai dokumentasi kegiatan.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian di Kawah Sikidang, Dieng

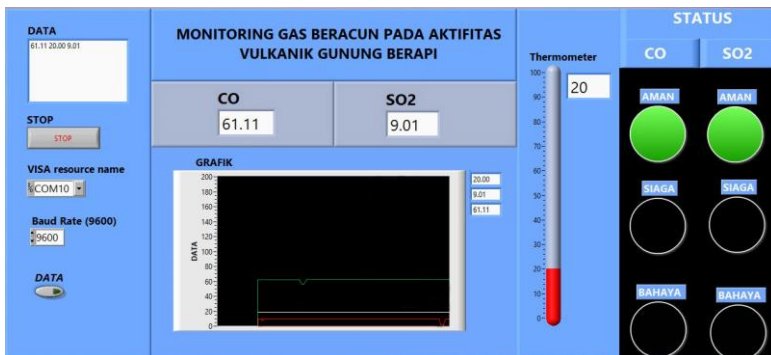
NO	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (meter)
1	19	0,2249	20
2	17	1,5492	
3	18	5,8774	40
4	19	12,4666	
5	20	17,7961	60
6	20	9,0105	60
7	20	11,2069	80
8	19	29,4241	
9	21	6,8141	100
10	22	32,2342	

Dari Hasil percobaan yang didapat pada area dieng didapatkan bahwasanya sesuai pada Tabel 4.12 didapat pembacaan gas SO₂ di area dieng memiliki *range* ppm berkisar 0,2249 ppm hingga 32,23 ppm dengan temperature dengan *range* 17 - 22 °C dimana dapat dikatakan termasuk daerah yang masih aman menuju siaga, tetapi apabila kita dalam jangka waktu lama dalam hitungan jam dan tidak memakai masker maka akan mengakibatkan iritasi mata dan batuk serta sakit tenggorokan.



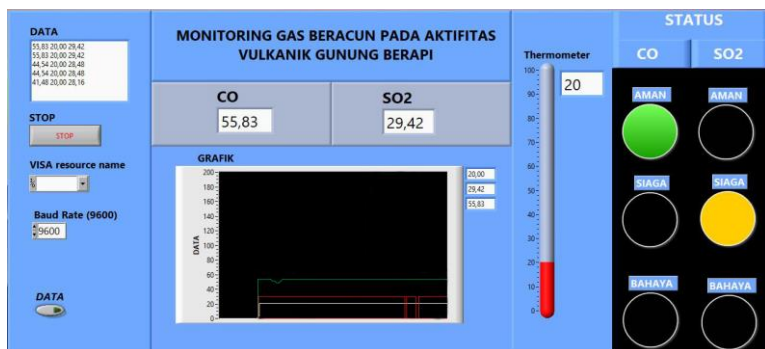
Gambar 4.19 Pengambilan Data Gas SO₂ di Area Dieng

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat pada saat pengujian terdapat tampilan LCD yang menampilkan hasil data pembacaan ketiga sensor dengan salah satu contoh data kadar gas yang terbaca. Dimana data yang ditampilkan yaitu gas SO₂ 9,01 PPM dan temperature yaitu 20°C. Pada Gambar 4.20 dapat dilihat tampilan dari LabVIEW dimana data kadar gas yang terbaca yaitu, gas SO₂ sebesar 9,01 PPM dan temperatur sebesar 20°C dengan status aman.



Gambar 4.20 Tampilan Monitoring Gas SO₂ Pada Saat Status Aman

Pada Gambar 4.21 dapat dilihat tampilan dari LabVIEW di mana data kadar gas yang terbaca yaitu gas SO₂ sebesar 29,42 PPM dan temperatur sebesar 20°C dengan status siaga karena termasuk dalam *range* PPM yang sudah ditentukan batas siaga yaitu antara 20 PPM - 50 PPM.



Gambar 4.21 Tampilan Monitoring Gas SO₂ Pada Saat Status Siaga

Percobaan kedua dilakukan pada area parkir Vokasi ITS pada tanggal 06 Juli 2018 dilakukan selama 30 menit yaitu pada pukul 19.00 sampai dengan 19.30 dengan objek asap kendaraan dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.13 pengiriman data selama 30 menit dimana keseluruhan data terdapat pada Lampiran C-3 dan Gambar 4.22 sebagai dokumentasi kegiatan.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian di Area Parkiran

No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (meter)
1	27	0,42	1
2	27	2,06	
3	27	3,07	
4	27	1,2	2
5	27	3,25	
6	28	3,72	

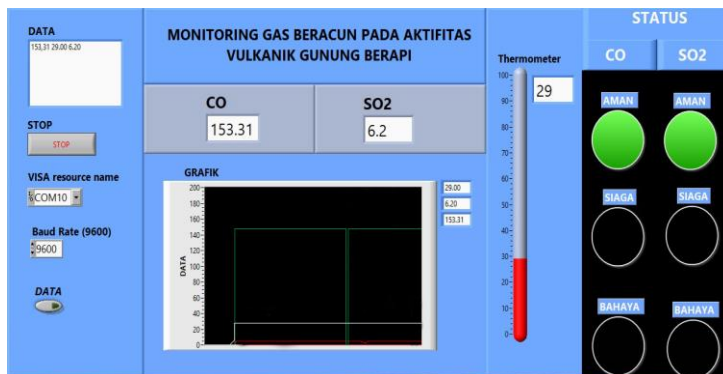
No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (meter)
7	27	1,39	3
8	27	2,46	
9	28	1,32	
10	28	4,36	4
11	29	6,2	
12	26	1,98	
13	27	3,07	5
14	29	6,78	
15	27	2,34	

Dari hasil yang didapat pada Tabel 4.13 Gas SO₂ yang terkandung di area parkir dengan sampel 3 kendaraan sepeda motor dengan bahan bakar yang berbeda yaitu *pertamax* dan *pertalite*. Gas SO₂ yang terbaca yaitu pada *range* 0,42 ppm hingga 6,78 ppm dengan *range* temperatur 26°C hingga 29°C. Batas ini masih dalam kondisi aman tetapi jika dalam jangka yang lama dalam hitungan jam dapat mengakibatkan iritasi tenggorokan dan batuk



Gambar 4.22 Pengambilan Data Gas SO₂ di Area Parkiran

Pada Gambar 4.22 dapat dilihat pada saat pengujian terdapat tampilan LCD yang menampilkan hasil data pembacaan ketiga sensor dengan salah satu contoh data kadar gas yang terbaca. Dimana data yang ditampilkan yaitu gas SO₂ 6,20 PPM dan temperatur yaitu 29°C.



Gambar 4.23 Tampilan Monitoring Gas SO₂ di Area Parkiran

Pada Gambar 4.23 dapat dilihat tampilan dari LabVIEW dimana data kadar gas yang terbaca yaitu gas SO₂ sebesar 6,20 PPM dan temperatur sebesar 29°C dengan status aman yaitu pada *range* PPM dari 0 – 20 PPM.

Pengujian ketiga dilakukan pada area Gunung Anyar pada tanggal 07 Juli 2018 dilakukan selama 2 jam 30 menit yaitu pada pukul 03.00 sampai dengan 05.00 dengan objek gas alam yang keluar dari lumpur dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak 15 meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.14 pengiriman data selama 20 menit dimana keseluruhan data terdapat pada Lampiran C-4 dan Gambar 4.24 dokumentasi saat pengambilan data gas SO₂

Tabel 4.14 Hasil Pengujian di Area Gunung Anyar

NO	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
1	24	0,19	15
2	24	0,29	
3	24	0,45	

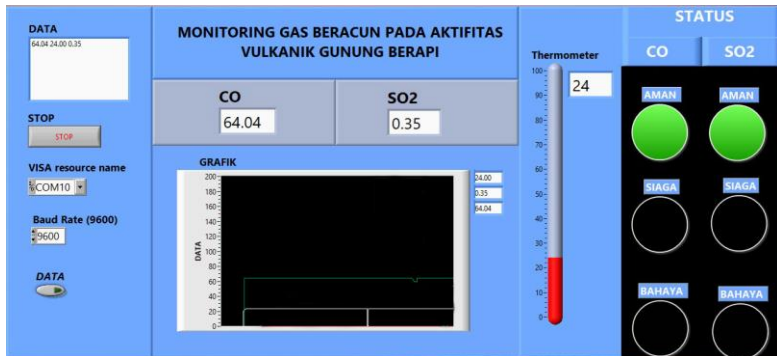
NO	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
4	24	0,35	15
5	24	0,16	
6	24	0,06	
7	24	0,1	
8	24	0,35	
9	24	0,13	
10	24	0,22	

Dari hasil yang didapat pada Tabel 4.14 Gas SO₂ yang terkandung di area Gunung Anyar dengan sampel gas alam. Gas SO₂ yang terbaca yaitu pada *range* 0,06 ppm hingga 0,45 ppm dengan temperatur 24°C. Batas ini masih dalam kondisi aman dan tidak menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia.



Gambar 4.24 Pengambilan Data Gas SO₂ di Area Gunung Anyar

Pada Gambar 4.24 dapat dilihat pada saat pengujian terdapat tampilan LCD yang menampilkan hasil data pembacaan ketiga sensor dengan salah satu contoh data kadar gas yang terbaca. Dimana data yang ditampilkan yaitu gas SO₂ 0,35 PPM dan temperatur yaitu 24°C.



Gambar 4.25 Tampilan Monitoring Gas SO₂ di Area Gunung Anyar

Pada Gambar 4.25 dapat dilihat tampilan dari LabVIEW dimana data kadar gas yang terbaca yaitu gas SO₂ sebesar 0,35 PPM dan temperatur sebesar 24°C dengan status aman yaitu pada *range* PPM dari 0 – 20 PPM.

Percobaan keempat dilakukan pada area peternakan pakal pada tanggal 08 Juli 2018 dilakukan selama 2 jam 30, menit yaitu pada pukul 14.30 sampai dengan 17.00 dengan objek gas yaitu kotoran sapi dengan pengiriman data setiap 2 menit dengan jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.15 pengiriman data selama 20 menit dimana keseluruhan data terdapat pada Lampiran C-5 dan Gambar 4.26 merupakan dokumentasi pengujian di peternakan

Tabel 4.15 Hasil Pengujian di Area Peternakan

No	Temperatur (°C)	PPM	JARAK (meter)
1	33	0,03	5
2	33	0,19	
3	33	0,22	
4	36	0,29	15
5	34	2,1	

No	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	PPM	JARAK (meter)
6	36	0,48	15
7	35	0,71	20
8	32	2	
9	32	1,58	
10	32	2,29	

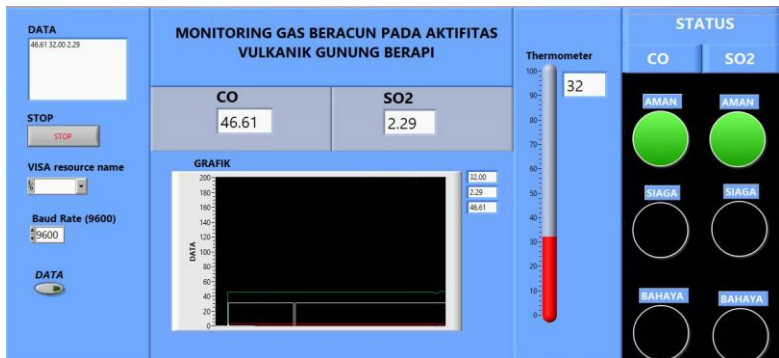
Dari hasil yang didapat pada Tabel 4.15 Gas SO_2 yang terkandung di area Gunung Anyar dengan sampel kotoran hewan ternak,. Gas SO_2 yang terbaca yaitu pada *range* 0,03 ppm hingga 2,29 ppm dengan *range* temperatur 32°C hingga 36°C . Batas ini masih dalam kondisi aman dan tidak menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia hanya terasa baunya saja.

Pada Gambar 4.26 dapat dilihat pada saat pengujian terdapat tampilan LCD yang menampilkan hasil data pembacaan ketiga sensor dengan salah satu contoh data kadar gas yang terbaca. Dimana data yang ditampilkan yaitu gas SO_2 2,29 PPM dan temperatur yaitu 32°C .



Gambar 4.26 Pengujian Alat di Area Peternakan

Pada Gambar 4.27 dapat dilihat tampilan dari LabVIEW di-
mana data kadar gas yang terbaca yaitu gas SO₂ sebesar 2,29 PPM dan
temperatur sebesar 32°C dengan status aman yaitu pada *range* PPM dari
0 – 20 PPM.



Gambar 4.27 Tampilan Monitoring Gas SO₂ di Area Peternakan

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian kali ini, dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Dari hasil uji coba sensor gas SO₂ membutuhkan kondisi waktu pemanasan sekitar 93,8 detik.
2. Sampel yang digunakan dari hasil pengujian kalibrasi sensor SO₂ yaitu kotoran hewan mendeteksi batas bawah yaitu 0,06 PPM dan batas atas sebesar 1,129 PPM
3. Dari hasil uji setelah kalibrasi dilakukan pengujian perbandingan pengukuran agar didapat hasil pembacaan sensor yang baik. Hasil yang didapat yaitu alat ini dapat mendeteksi gas SO₂ dengan eror 0% - 0,1%
4. Dari hasil uji coba sensor *thermocouple* didapat hasil pembacaan eror sebesar 0 – 0,03 %
5. Jarak dari hasil pengujian HC-12 yaitu data dapat di *telemetry* dengan *range* jarak 0 –110 meter

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan dapat menyempurnakan alat ini dengan penambahan sensor gas yang sesuai dengan gas yang terdapat di gunung berapi. Komunikasi yang dipakai bisa mencapai jarak yang lebih jauh lebih dari 110 meter. serta tampilan data yang lebih baik lagi selain LabVIEW atau semacamnya dan lebih baik bisa langsung berkonsultasi atau berkunjung ke pihak BPTKG untuk mendapatkan bimbingan serta data-data mengenai gunung berapi

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vina Ulfa R. dan Galih Bagus W, “Sistem Monitoring Gas Beracun Pada Area Bencana Alam Akibat Vulkanik Gunung Berapi”, **Tugas Akhir**, Program D3 Teknik Elektro FTI-ITS, Surabaya, 2016.
- [2],**Booklet Gunung Api**, <http://www.vsi.esdm.go.id/leaflet-bookletgunungapi.pdf>, 15 April 2016
- [3],**Karakteristik Gunung Berapi**, <http://merapi.geologi.esdm.go.id/pub/page.php?idf=9>, 24 Mei 2018
- [4], **Konsentrasi Gas Beracun**, <http://www.depkes.go.id/folder/view/01/structure-web-content-publikasi-data.html>, 20 Oktober 2016
- [5],**Peta Kawasan Gunung Merapi**, <http://merapi.bgl.esdm.go.id/pub/page.php?id=158>, 24 Mei 2018
- [6] Abdul, Kadir, **Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino**, Andi Offset, Jogjakarta , 2013
- [7] Hadi Wicaksono, “Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Daging Sapi Berdasarkan Warna dan Bau Berbasis Mikrokontroler AT-MEGA32 menggunakan Logika Fuzzy”, **Tugas Akhir**, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang, 2010
- [8],**Pengertian Thermocouple dan prinsip kerja**, <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-termokopel-thermocouple-dan-prinsip-kerjanya/>, 24 Mei 2018
- [9],**Pengertian dan Fungsi relay**, <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>, 24 Mei 2018
- [10] Dejan Nedelkovski. **Arduino and HC-12 Long Range Wireless Communication Module**, How to Mechatronics ,USA, 2017.
- [11] Firmansyah Rikki, “Perancangan Sistem Miniatur Hujan salju Buatan Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega”, **Tugas Akhir**, Program D3 Teknik Refrigerasi dan Tata Udara Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2012
- [12] Artanto Dian, **Interaksi Arduino dan LabVIEW**, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2012.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

Lampiran A

Listing Program Arduino

```
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <SPI.h>
#define MAX6675_CS 10
#define MAX6675_SO 12
#define MAX6675_SCK 13

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
SoftwareSerial HC12(6, 7); // HC-12 TX Pin, HC-12 RX Pin
double ppm;
float suhu;
int c;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  HC12.begin(9600);

  //lcd
  lcd.begin(20,4);
  lcd.backlight();
  delay(250);
  lcd.noBacklight();
  delay(250);
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print(" MONITORING ");
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print(" GAS BERACUN ");
  delay(3000);
  lcd.clear ();

  //pin relay
```

```

pinMode(8, OUTPUT);
pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop() {

    //relay pin 9 on
    digitalWrite(9, LOW);
    delay(10000);
    digitalWrite(9, HIGH);
    delay(20000);

    //CO
    int val=analogRead(A0);
    ppm = ((val*0.000834)- 0.01627);
    int sensorVal = val;
    Serial.print(ppm);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("CO: ");
    lcd.print((sensorVal*0.000834)- 0.01627);
    HC12.print("CO: ");
    HC12.print(ppm);
    HC12.print("PPM");
    delay(1000);

    //SO2
    int val1 =analogRead(A1);
    ppm = ((val1*0.05)- 0.58);
    int sensorVal1 = val1;
    Serial.print(ppm);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SO2: ");
    lcd.print((sensorVal1*0.05)- 0.58);
    HC12.print("SO2: ");
    HC12.print(ppm);
    HC12.print(" ");
    delay(1000);
}

```

```

//Thermocouple
Serial.print(readThermocouple());
Serial.println('c');
lcd.setCursor(11,2);
lcd.print(readThermocouple());
lcd.println('c');
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("SUHU :");
if(readThermocouple() > 100)
{
    Serial.println("SUHU EXTREME !");
    lcd.setCursor(4,3);
    lcd.println("SUHU EXTREME");
    lcd.print(readThermocouple());
    lcd.println('c');
}
else if (readThermocouple() > 35)
{
    Serial.println("SIAGA");
    lcd.setCursor(4,3);
    lcd.println("SIAGA");
}
else if(readThermocouple() < 20)
{
    Serial.println("AMAN");
    lcd.setCursor(4,3);
    lcd.println("AMAN");
}
HC12.print("Suhu: ");
HC12.print('c');
delay(500);
}

double readThermocouple() {
    uint16_t v;
    pinMode(MAX6675_CS, OUTPUT);
    pinMode(MAX6675_SO, INPUT);
    pinMode(MAX6675_SCK, OUTPUT);

```

```

digitalWrite(MAX6675_CS, LOW);
delay(1);
v = shiftIn(MAX6675_SO, MAX6675_SCK, MSBFIRST);
v <<= 8;
v |= shiftIn(MAX6675_SO, MAX6675_SCK, MSBFIRST);
digitalWrite(MAX6675_CS, HIGH);
if (v & 0x4)
{
    return NAN;
}
v >>= 3;
return v*0.25;

//relay buang
digitalWrite(8, LOW);
delay(10000);
digitalWrite(8, HIGH);
delay(20000);

```

Lampiran B

Data Sheet

FIGARO

PRODUCT INFORMATION

TGS 2602 - for the detection of Air Contaminants

Features:

- * High sensitivity to VOCs and odorous gases
- * Low power consumption
- * High sensitivity to gaseous air contaminants
- * Long life
- * Uses simple electrical circuit
- * Small size

Applications:

- * Air cleaners
- * Ventilation control
- * Air quality monitors
- * VOC monitors
- * Odor monitors

The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on the alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of detectable gas, sensor conductivity increases depending on gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

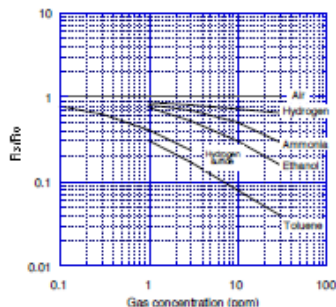
The TGS 2602 has high sensitivity to low concentrations of odorous gases such as ammonia and H_2S generated from waste materials in office and home environments. The sensor also has high sensitivity to low concentrations of VOCs such as toluene emitted from wood finishing and construction products. Figaro also offers a microprocessor (FIC02667) which contains special software for handling the sensor's signal for appliances control applications.

Due to miniaturization of the sensing chip, TGS 2602 requires a heater current of only 42mA and the device is housed in a standard TO-5 package.

The figure below represents typical sensitivity characteristics, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as sensor resistance ratio (R_s/R_o) which is defined as follows:

R_s = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations
 R_o = Sensor resistance in fresh air

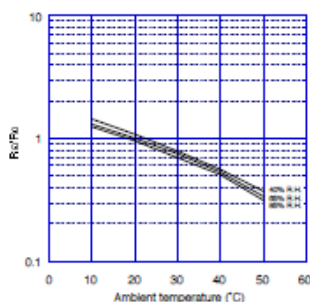
Sensitivity Characteristics:



The figure below represents typical temperature and humidity dependency characteristics. Again, the Y-axis is indicated as sensor resistance ratio (R_s/R_o), defined as follows:

R_s = Sensor resistance in fresh air at various temperatures/humidities
 R_o = Sensor resistance in fresh air at 20°C and 65% R.H.

Temperature/Humidity Dependency:

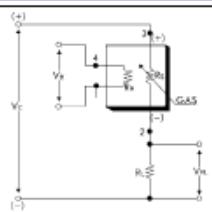


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE EMPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMERS TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

Basic Measuring Circuit:

The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (V_H) and circuit voltage (V_C). The heater voltage (V_H) is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. Circuit voltage (V_C) is applied to allow measurement of voltage (V_{out}) across a load resistor (R_L) which is connected in series with the sensor. DC voltage is required for the circuit

voltage since the sensor has a polarity. A common power supply circuit can be used for both V_C and V_H to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (R_L) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power consumption (P_H) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power consumption (P_H) will be highest when the value of R_S is equal to R_L on exposure to gas.



Specifications:

Model number		TGS 2602-B00	
Sensing element type		D1	
Standard package		TO-5 metal can	
Target gases		Air contaminants	
Typical detection range		1 – 30 ppm of EtOH	
Standard circuit conditions	Heater voltage	V_H	5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	V_C	5.0±0.2V DC P_{ac} 15mW
	Load resistance	R_L	Variable 0.45kΩ min.
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	R_H	approx. 59Ω at room temp.
	Heater current	I_H	56±5mA
	Heater power consumption	P_H	280mW (typical)
	Sensor resistance	R_S	10k–100kΩ in air
	Sensitivity (change ratio of R_S)	0.15–0.5	$\frac{\Delta R_S(\text{Volts of EtOH})}{R_S(\text{air})}$
Standard test conditions	Test gas conditions	normal air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions	$V_C = 5.0\pm0.01V$ DC $V_H = 5.0\pm0.05V$ DC	
	Conditioning period before test	7 days	

The value of power consumption (P_H) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_H = \frac{(V_C - V_{out})^2}{R_L}$$

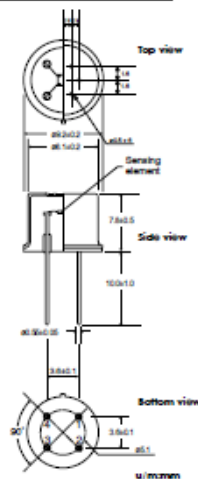
Sensor resistance (R_S) is calculated with a measured value of V_{out} by using the following formula:

$$R_S = \frac{V_C \times R_L}{V_{out}} - R_L$$

For information on warranty, please refer to Standard Terms and Conditions of Sale of Figaro USA Inc. All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor. The only characteristics warranted are those in the Specification table above.

REV: 01/05

Structure and Dimensions:



Pin connection:
1: Heater
2: Sensor electrode (-)
3: Sensor electrode (+)
4: Heater

FIGARO USA, INC.
121 S. Wilke Rd. Suite 300
Arlington Heights, IL 60005
Phone: (847) 832-1701
Fax: (847) 832-1705
e-mail: figarousa@figarosensor.com

MAXIM

MAX6675 Evaluation Kit

Evaluates: MAX6674/MAX6675

General Description

The MAX6675 evaluation kit (EV kit) is an assembled and tested printed circuit board (PCB) that demonstrates the MAX6675 thermocouple digital temperature sensor. It accepts the input from a type-K thermocouple and converts the temperature to 12-bit data.

The MAX6675 EV kit connects to a computer for acquiring the data from the MAX6675. Windows® 95/98/2000/XP compatible software provides a user-friendly interface to display the 12-bit data and convert it to a temperature.

The EV kit includes a type-K thermocouple for evaluation up to +80°C.

To evaluate the MAX6674, order a free sample of the MAX6674ISA.

Component List

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1-C4	4	0.1µF, 16V X7R ceramic capacitors Taiyo Yuden EMK107BJ104KA Murata GRM188R71C104KA01 TDK C1608X7R1C104K
C5	1	2.2µF, 16V X7R ceramic capacitor Taiyo Yuden EMK316BJ225ML Murata GRM42-6X7R225K016 TDK C3216X7R1C225M
J1	1	DB-25 male right-angle connector
J2	1	Thermocouple connector, miniature size, type K Omega PCC-SMP-K
JU1-JU5	0	Not installed
R1	1	470Ω ±5% resistor
U1	1	MAX6675ISA temperature sensor
U2	1	MAX1840EUB/MAX1841EUB level translator
U3	1	MAX1615ELUK linear voltage regulator
—	1	Thermocouple, epoxy-coated tip, -10°C to +80°C, miniature-size male connector, type K Omega TC-PVC-K-24-180

Windows is a registered trademark of Microsoft Corp.
SP is a trademark of Motorola, Inc.

Features

- Digitizes and Displays Temperature from a Type-K Thermocouple
- SPI™-Compatible Serial Interface
- Easy-to-Use Menu-Driven Software
- Available in an 8-Pin SO Package
- Fully Assembled and Tested
- Includes Windows 95/98/2000/XP-Compatible Software, Demo PCB, and Type-K Thermocouple

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	IC PACKAGE
MAX6675EVKIT	0°C to +70°C	8 SO

Quick Start

Required Equipment

Before beginning, the following equipment is needed:

- DC power supply capable of supplying any voltage between 7V and 20V at 100mA
- A user-supplied Windows 95/98/2000/XP-compatible PC with an available parallel port (female DB-25 connector on back of PC)
- A standard 25-pin, straight-through, male-to-female cable to connect the PC's parallel port to the MAX6675 EV kit board

Note: In the following sections, software-related items are identified by bolding. Text in **bold** refers to items directly from the EV kit software. Text in **bold and underlined** refers to items from the Windows 95/98/2000/XP operating system.

Procedure

The MAX6675 is fully assembled and tested. Follow the steps below to verify board operation. **Caution:** Do not turn on the power supply until all connections are complete.

- 1) Connect a 25-pin, straight-through, male-to-female cable from the PC's parallel port to the MAX6675 EV kit board.

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX6675 Evaluation Kit

Component Suppliers

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata Mfg. Co., Ltd.	770-436-1300	770-436-3030	www.murata.com
Omega Engineering	888-826-6342	—	www.omega.com
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	www.t-yuden.com
TDK Corp.	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com

Note: Indicate that you are using the MAX6675 when contacting these component suppliers.

- Visit the Maxim website (www.maxim-ic.com/evkitsoftware) to download the latest version of the EV kit software, 6675Box.ZIP. Install the MAX6675 evaluation software on your computer by running the INSTALL.EXE program. The program files are copied and icons are created in the Windows **Start** menu. When you see the self-extracting DLPorIO driver install window appear on the screen, press the **Yes** button. This automatically unpacks the compressed files and runs the DLPorIO driver installer. If using Windows 2000 or XP, you must have administrator privileges on your PC. If you do not, contact your system administrator to allow installation. You need to restart your PC after installing the DLPorIO driver.
- Connect the 7V to 20V supply to the pads labeled VIN and GND.
- Turn on the power supply.
- Start the MAX6675 program by opening its icon in the **Start** menu.
- Observe as the program automatically detects the MAX6675 and starts the main program (Figure 1).

Detailed Description

User-Interface Panel

The user interface is easy to operate. Use either the mouse or the Tab key to navigate.

Note: Words in boldface are user-selectable features in the software.

The program continually polls the device for new temperature data. To disable the continuous polling of data, uncheck the **Automatic Read** checkbox. Press **Read Temp** to get the current temperature.

Data Logging

Check the Data Logging checkbox to activate data logging. Data logging saves temperature and status data to a text file that includes a time/date stamp next to each data point. If Automatic Read is enabled, data is sampled at 1Hz; however, the data is logged to the file

only if the temperature changes. This slows the growth of the data-logging file. When Automatic Read is disabled, the data is logged each time the **Read Temp** button is clicked. To stop data logging, uncheck the Data Logging checkbox.

General-Purpose SPI Utility

There are two methods for communicating with the MAX6675: through the user-interface panel or through the general-purpose SPI utility. This utility (Figure 2) configures SPI parameters such as clock polarity (CPOL), clock phase (CPHA), and chip-select (CS) polarity.

The fields where pin numbers are required apply to the pins of the parallel port connector.

The utility handles the data only in byte (8-bit) format. Data longer than 1 byte must be handled as multiple bytes. For example, a 16-bit word should be broken into two 8-bit bytes.

To write data to the slave device, enter the data into the field labeled: Data bytes to be written. Each data byte should be hexadecimal, prefixed by 0x, and separated with a comma. Press the **Send Now** button to write the data to the slave. **Note:** The MAX6675 is a read-only device and cannot be written to.

To read data from the slave device, the field: Data bytes to be written: must contain hexadecimal values, includes the same number of bytes as to be read from the slave. For example, to read 16-bit data from the MAX6675, 2 bytes must be written, each prefixed by 0x and separated by a comma (default is 0x00, 0x00).

Note: When using the SPI utility, uncheck the **Automatic Read** checkbox in the main display.

Evaluating with a Lower Supply Voltage

The MAX6675 EV kit is configured for operating at 5V. To evaluate the MAX6675 at a lower supply voltage, cut the traces shorting the pins of J11. Apply the desired voltage (between 3V and 5V) to the VCC pad. **Note:** A 7V to 20V supply must be connected to VIN to power the MAX1840 level translator.

MAX6675 Evaluation Kit



Figure 1. Main Display for the MAX6675 EVKIT

Connecting to a Microcontroller

The MAX6675 EV kit can be monitored externally with a microcontroller or other control device by cutting the traces shorting the pins of JU2, JU3, and JU4 and connecting to the pads labeled SCK, CS, and SO.

Evaluating the MAX6674

The MAX6675 EV kit can also evaluate the MAX6674. Remove the MAX6675 from the board and install the new part. Select the MAX6674 radio button on the main display of the software.

Open Thermocouple Detection

To enable the Open Thermocouple Detection, install a shunt on jumper JU6. This connects pin 2 of the MAX6675 to ground.

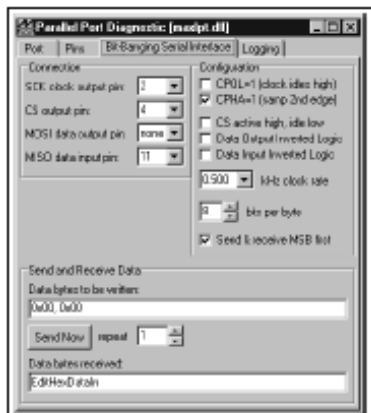


Figure 2. SPI Utility Showing the Settings to Communicate with the MAX6675 EV Kit

Evaluate: MAX6674/MAX6675

HC-12 Wireless Serial Port Communication Module

User Manual v1.18



Product Application

- Wireless sensor
- Community building security
- Robot wireless control
- Industrial remote control and telemetry
- Automatic data acquisition
- Container information management
- POS system
- Wireless acquisition of gas meter data
- Vehicle keyless entry system
- PC wireless networking

Product Features

- Long-distance wireless transmission (1,000m in open space/ baud rate 5,000bps in the air)
- Working frequency range (433.4-473.0MHz, up to 100 communication channels)
- Maximum 100mW (20dBm) transmitting power (8 gears of power can be set)
- Three working modes, adapting to different application situations
- Built-in MCU, performing communication with external device through serial port
- The number of bytes transmitted unlimited to one time
- Update software version through serial port

Product Introduction

HC-12 wireless serial port communication module is a new-generation multichannel embedded wireless data transmission module. Its wireless working frequency band is 433.4-473.0MHz, multiple channels can be set, with the stepping of 400 KHz, and there are totally 100 channels. The maximum transmitting power of module is 100mW (20dBm), the receiving sensitivity is -117dBm at baud rate of 5,000bps in the air, and the communication distance is 1,000m in open space.

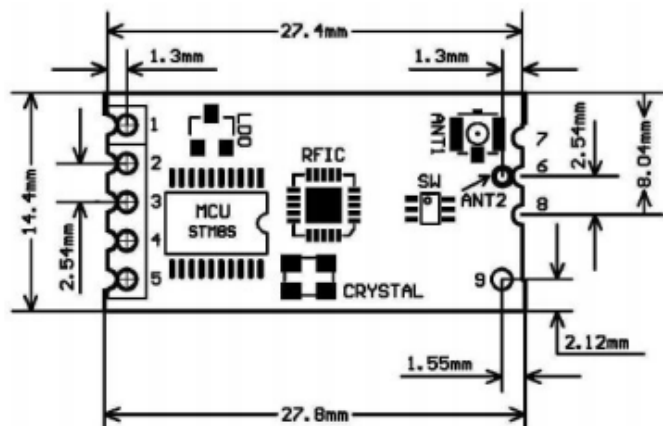
The module is encapsulated with stamp hole, can adopt patch welding, and its dimension is 27.8mm × 14.4mm × 4mm (including antenna cap, excluding spring antenna), so it is very convenient for customers to go into application system. There is a PCB antenna pedestal ANT1 on the module, and user can use external antenna of 433M frequency band through coaxial cable; there is also an antenna solder eye ANT2 in the module, and it is convenient for user to weld spring antenna. User could select one of these antennas according to use requirements.

There is MCU inside the module, and user don't need to program the module separately, and all transparent transmission mode is only responsible for receiving and sending serial port data, so it is convenient to use. The module adopts multiple serial port transparent transmission modes, and user could select them by AT command according to use requirements. The average working current of three modes FU1, FU2 and FU3 in idle state is 80μA, 3.6mA and 16mA respectively, and the maximum working current is 100mA (in transmitting state).

Product Configuration

Standard configuration of HC-12 module only contains one 433MHz-frequency-band wireless communication module with IPEX20279-001E-03 standard RF socket. The optional accessories are 433MHz-frequency-band spring antenna, IPEX-to-BNC coaxial cable and matching 433MHz-frequency-band omni-directional rubber antenna of BNC connector. User could purchase them according to use requirements.

Product Dimension



Definition of Pins

HC-12 module can adopt patch welding, or weld 2.54mm-spacing pin header, and directly insert it onto user's PCB. The module totally has nine pins and one RF antenna pedestal ANT1, and their definitions are as shown in the table below:

Pin	Definition	I/O direction	Note
1	VCC		Power supply input, DC3.2V-5.5V, with load capacity not less than 200mA. (Note: If the module is working in transmitting state for a long time, it is suggested that one 1N4007 diode should be connected in series when the power voltage is greater than 4.5V, to avoid heating of built-in LDO of module.)
2	GND		Common ground

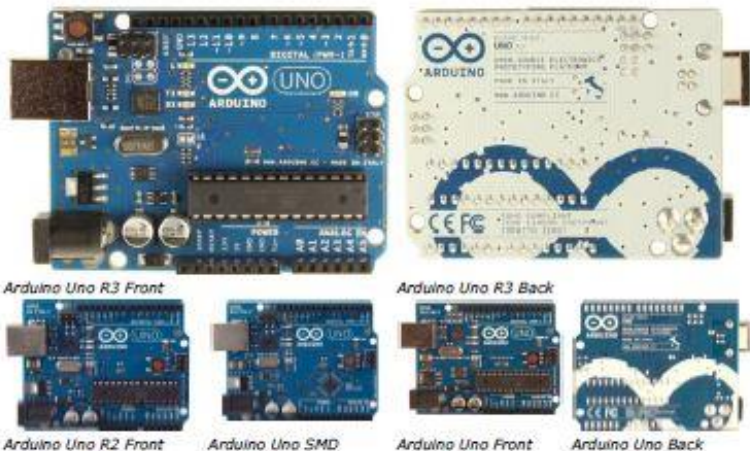
3	RXD	Input, weak pull-up	URAT input port, TTL level; 1k resistance has been connected in series inside
4	TXD	Output	URAT output port, TTL level; 1k resistance has been connected in series inside
5	SET	Input, internal 10k pull-up resistance	Parameter setting control pin, valid for low level; 1k resistance has been connected in series inside
6	ANT	Input/output	433MHz antenna pin
7	GND		Common ground
8	GND		Common ground
9	NC		No connection, used in fixing, compatible with HC-11 module pin position
ANT1	ANT	Input/output	IPEX20279-001E-03 antenna socket
ANT2	ANT	Input/output	433MHz spring antenna solder eye

Pins 1-6 have two bonding pads respectively, and the outer half-hole bonding pad is used in patch welding. When the inner bonding pad ANT2 of Pin 6 is used in patch welding, the spring antenna can be welded with hands. The inner round-hole bonding pads of Pins 1-5 are used to weld 2.54mm-spacing pin header, and can be directly inserted onto user's PCB socket.

Wireless serial port transparent transmission

(1) Simple introduction of working principle

Arduino Uno



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an ATmega8, 168, or 328. Current models use an ATmega328, but an ATmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 pins](#). The mapping for the ATmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

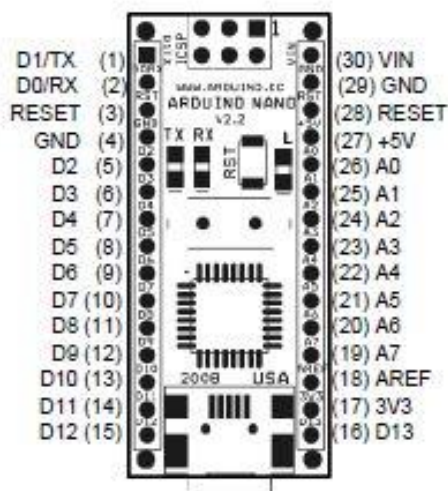
USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

Arduino Nano Pin Layout



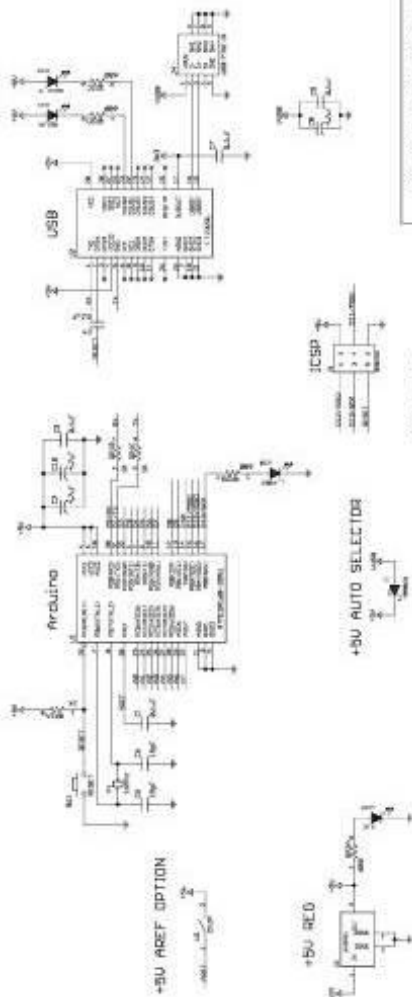
Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital Input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog Input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (Input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Qty.	Ref. Desc.	Description	MFG P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	2	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10%	Q0803C10439ACTU	Kemet	80-C0803C104K39	Mouser
2	3	C1,C6,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10%	T991A473K010AT	Kemet	80-T991A473K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 180pF 20V 5%	Q0803C180135ACTU	Kemet	80-C0803C180135	Mouser
4	1	D1	Diode, SMD, 1N4148, 100mA, 50V	M88R03201715	ONSemi	883-M88R03201715	Mouser
5	1	J1,J2	Header, 38P, 1 Row	68000-138HLP	PCI	649-68000-138HLP	Mouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept	67309-1020	Molex	236-67309-1020	Mouser
7	1	J5	Header, 20P, 2 Rows	67396-272HLP	PCI	649-67396-272HLP	Mouser
8	1	L01	LED, Super Bright Red	AFT10125RCRV	Kingbright	604-AFT10125RCRV	Mouser
9	1	L02	LED, Super Bright Green	AFHCA120120GOK-F01	Kingbright	604-AFHCA120120GOK	Mouser
10	1	L03	LED, Super Bright Orange	AFHCA120125EOK-F01	Kingbright	604-AFHCA120125EOK	Mouser
11	1	L04	LED, Super Bright Blue	L15T-C170TBKT	Lite-On Inc	160-15T9-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5%	VC164-IR-071XL	Yageo	VC164-1-0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5%	VC164-IR-0760RL	Yageo	VC164-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact	83U-1000P	Orrion	SW100CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller ATmega168	ATmega168-20AU	Atmel	396-ATmega168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28	FT232RL	FTDI	899-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 3V	UA78M03CDCTR53	TI	395-UA78M03CDCTR53	Mouser
18	1	V1	Cable, 15MHz +/-20ppm	ABU-16-0000M4C-82	Abracon	815-ABU-16-82	Mouser

Arduino Nano Schematic

Copyright 2008 under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>



NOT USED
 = 100k

Version	1.0.1 - Initial	1/3/2008	1/1
Title	Arduino Nano		
Document Number			
Revision	2.0		
Date	10/10/2008	10/10/2008	1/1
Sheet	1/1		

2 CHANNEL 5V 10A RELAY MODULE



Description

The relay module is an electrically operated switch that allows you to turn on or off a circuit using voltage and/or current much higher than a microcontroller could handle. There is no connection between the low voltage circuit operated by the microcontroller and the high power circuit. The relay protects each circuit from each other.

The each channel in the module has three connections named NC, COM, and NO. Depending on the input signal trigger mode, the jumper cap can be placed at high

level effective mode which 'closes' the normally open (NO) switch at high level input and at low level effective mode which operates the same but at low level input.

Specifications

- On-board EL817 photoelectric coupler with photoelectric isolating anti-interference ability strong
- On-board 5V, 10A / 250VAC, 10A / 30VDC relays
- Relay long life can absorb 100000 times in a row
- Module can be directly and MCU I/O link, with the output signal indicator
- Module with diode current protection, short response time
- PCB Size: 45.8mm x 32.4mm

Pin Configuration



1. VCC: 5V DC
2. COM: 5V DC
3. IN1: high/low output
4. IN2: high/low output
5. GND: ground

Lampiran C

C.1 Hasil Kalibrasi



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(UPT K3)

Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234
Email : uptk3sby@gmail.com, admin@k3.disnakertrans.jatimprov.go.id
Website : www.k3.disnakertrans.jatimprov.go.id



LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran
LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No. PT.37 / VI / 2018

- I Nama Pengguna Jasa : Mahasiswa Departemen Teknik Elektro Otomasi - ITS
DICKRY JUNIOR T NRP. 10311500010027
KUSUMA LAKSANA NRP. 10311500010009
IMANDA ARIFIASARI NRP. 10311500010032
JUNANTO ANGGRIAWAN P.W. NRP. 10311500010039
NOVAL ANDIKA CANDRA E.P. NRP. 10311500010047
HENI RISA AISYIAH NRP. 10311500010045
AMALIA HABIBAH NRP. 10311500010043
- II Alamat : Sukolilo, Surabaya
- III Jenis Pengukuran : Kadar H₂S, NH₃ dan SO₂
- IV Tanggal Pengukuran : 6 Juni 2018
- V Metode Pengukuran : H₂S : Metode Biru Metilen – SNI 19-7117.7-2005
NH₃ : Metode Indofenol – SNI 19-7117.6-2005
SO₂ : Metode Turbiditi – SNI 19-7117.3.1-2005

VI Hasil Pengukuran :

No	Pengukuran	Hasil Pengukuran		
		H ₂ S (ppm)	NH ₃ (ppm)	SO ₂ (ppm)
1	Pengukuran 1	5.018	< LD	0.108
2	Pengukuran 2	2.191	0.359	< LD
3	Pengukuran 3	12.130	0.940	1.131
4	Pengukuran 4	10.833	0.791	0.109
5	Pengukuran 5	2.066	39.142	10.813

Catatan :

- Sumber emisi berasal dari biogas – kotoran sapi.
- LD NH₃ = 0.023 ppm, LD SO₂ = 0.08 ppm
- Tm adalah suhu ambien sekitar alat pengukuran.

Mengetahui,
AK KEPALA UPT K3 SURABAYA
KASTI PRADYANANTJEKNIK
PURWANTO UPT K3 SURABAYA
NIP. 19700321 1999603 2 002

Surabaya, 22 Juni 2018
MANAJER TEKNIK

S I A M E T, SKM
NIP. 19630111 198803 1 012

Halaman 4 dari 4 halaman

C.2 Hasil Pengujian Alat di Area Dieng

NO	Temperatur (°C)	PPM	ADC	Jarak
1	19	0,2249	26	20 meter
2	17	1,5492	67	
3	18	2,0983	84	
4	18	3,358	123	
5	18	3,9071	140	
6	20	4,6177	162	
7	19	3,035	113	
8	22	6,2004	211	
9	22	7,4278	249	
10	20	9,6242	317	
11	18	3,681	133	
12	20	10,8839	356	
13	19	4,1009	146	
14	18	2,0983	84	
15	19	0,9355	48	
16	18	1,4846	65	40 meter
17	19	5,2314	181	
18	18	5,8774	201	
19	19	8,0738	269	
20	19	12,4666	405	
21	19	4,1009	146	
22	18	3,358	123	
23	19	3,035	113	
24	19	11,5299	376	
25	20	9,9472	327	

NO	Temperatur (°C)	PPM	ADC	Jarak
26	19	7,7508	259	
27	20	4,9084	171	
28	19	16,8594	541	
29	22	18,4421	590	
30	21	22,1889	706	
31	20	24,0946	765	60 meter
32	22	8,3968	279	
33	20	13,7263	444	
34	19	0,2249	26	
35	17	0,5479	36	
36	18	4,2947	152	
37	20	17,7961	570	
38	18	23,4486	745	
39	19	29,7471	940	
40	20	9,0105	298	
41	18	1,8076	75	
42	18	5,5544	191	
43	21	16,5687	532	
44	22	21,2522	677	
45	18	3,358	123	
46	19	0,9355	48	80 meter
47	19	12,1436	395	
48	21	21,5752	687	
49	22	21,6398	689	
50	19	4,1009	146	
51	20	5,1345	178	

NO	Temperatur (°C)	PPM	ADC	Jarak
52	20	11,2069	366	
53	18	1,8076	75	
54	19	29,4241	930	
55	22	25,645	813	
56	19	10,5932	347	
57	20	14,663	473	
58	20	14,986	483	
59	18	1,4846	65	
60	22	26,291	833	
61	18	4,2947	152	100 meter
62	21	22,5119	716	
63	21	28,4874	901	
64	22	22,8026	725	
65	21	28,1644	891	
66	20	4,9084	171	
67	18	0,5479	36	
68	20	30,0378	949	
69	21	31,9435	1008	
70	22	32,2342	1017	
71	21	6,4911	220	
72	21	6,8141	230	
73	21	24,7083	74	
74	21	25,0313	794	
75	21	25,3543	804	

C-3 Hasil Pengujian di Area Parkiran

No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
1	27	0,42	1
2	27	2,06	
3	27	3,07	
4	27	1,2	2
5	27	3,25	
6	28	3,72	
7	27	1,39	3
8	27	2,46	
9	28	1,32	
10	28	4,36	4
11	29	6,2	
12	26	1,98	
13	27	3,07	5
14	29	6.78	
15	27	2,34	

C-4 Hasil Pengujian di Area Gunung Anyar

NO	Temperatur (°C)	ADC	PPM	Jarak (Meter)
1	24	25	0,19	15
2	24	28	0,29	
3	24	29	0,32	
4	24	30	0,35	
5	24	25	0,19	
6	24	23	0,13	
7	24	25	0,19	

NO	Temperatur (°C)	ADC	PPM	Jarak (Meter)
8	24	30	0,35	15
9	24	23	0,13	
10	24	26	0,22	
11	24	24	0,16	
12	24	23	0,13	
13	24,5	26	0,22	
14	24,5	23	0,13	
15	24	28	0,29	
16	24	28	0,29	
17	24	27	0,26	
18	24,5	24	0,16	
19	24	26	0,22	
20	24	23	0,13	
21	24	22	0,1	
22	23,5	24	0,16	
23	24	24	0,16	
24	24	27	0,26	
25	24	25	0,19	
26	24	25	0,19	
27	24	22	0,1	
28	24	27	0,26	
29	24	27	0,26	
30	24	23	0,13	
31	24	28	0,29	
32	24	29	0,32	
33	24	29	0,32	
34	24	27	0,26	

NO	Temperatur (°C)	ADC	PPM	Jarak (Meter)
35	24	22	0,1	15
36	24	25	0,19	
37	24	24	0,16	
38	24	23	0,13	
39	24	25	0,19	
40	24	25	0,19	
41	24	24	0,16	
42	24	26	0,22	
43	24	27	0,26	
44	24	32	0,42	
45	24	33	0,45	
46	24	27	0,26	
47	24	26	0,22	
48	24	23	0,13	
49	24	26	0,22	
50	24	24	0,16	
51	24	21	0,06	
52	24	25	0,19	
53	24	23	0,13	
54	24	26	0,22	
55	24	28	0,29	
56	24	23	0,13	
57	24	26	0,22	
58	24	27	0,26	
59	23,5	25	0,19	
60	24	28	0,29	

C-5 Hasil Pengujian di Area Peternakan

No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
1	32,67	0,26	5 METER
2	32,67	0,19	
3	32,67	0,22	
4	32,67	0,1	
5	31,65	0,13	
6	31,65	0,16	
7	31,65	0,22	
8	33,69	0,48	
9	33,69	0,52	
10	33,69	0,39	
11	31,65	0,32	
12	31,65	0,06	
13	32,67	0,035	
14	32,67	0,03	
15	32,67	0,105	
16	35,74	0,29	15 METER
17	35,74	0,06	
18	32,67	0,13	
19	32,67	0,03	
20	32,67	1,94	
21	33,69	1,58	
22	33,69	2,29	
23	33,69	2,1	
24	31,65	1,36	

No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
25	31,65	1,19	
26	31,65	1,06	
27	32,67	0,35	
28	32,67	0,39	
29	33,69	0,39	
30	33,69	0,42	
31	35,74	0,58	
32	35,74	0,61	
33	34,72	0,45	
34	35,74	0,48	
35	34,72	0,58	
36	33,69	0,64	20 METER
37	34,72	0,64	
38	35,74	0,71	
39	34,72	0,71	
40	35,74	0,77	
41	34,72	0,77	
42	34,72	0,81	
43	33,69	0,84	
44	33,69	0,9	
45	34,72	0,97	
46	34,72	0,97	
47	35,74	1,16	
48	34,72	1,16	
49	32,67	0,45	
50	32,67	0,61	
51	32,67	0,26	

No	Temperatur (°C)	PPM	Jarak (Meter)
52	32,67	1,68	
53	31,65	2	
54	31,65	1,06	
55	31,65	0,97	
56	31,65	2,29	
57	33,69	2,16	
58	33,69	1,94	
59	31,65	1,19	
60	32,67	1,84	
61	32,67	1,45	
62	32,67	1,23	
63	35,74	2,1	
64	35,74	1,97	
65	31,65	1,58	
66	31,65	0,52	
67	32,67	0,29	
68	32,67	0,32	
69	32,67	0,32	
70	32,67	0,35	
71	31,65	0,42	
72	32,67	0,52	
73	31,65	0,32	
74	31,65	0,48	
75	31,65	0,32	

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Dickry Junior Triandy
TTL : Sukabumi, 25 Juni 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jalan Pasar Mulus No 56
Sukabumi, Jawa Barat
Telp/HP : 085259485902
E-mail : *triandy800@gmail.com*

RIWAYAT PENDIDIKAN:

1. 2003-2005 : SD Kartika VI – 6 Banjarmasin
2. 2005-2008 : SD Negeri 5 Sambas
3. 2008-2009 : SD Ketabang V Surabaya
4. 2009-2012 : SMP Negeri 9 Surabaya
5. 2012-2015 : SMA Negeri 3 Surabaya
6. 2015-2018 : Program Studi Elektro Industri,
Departemen Teknik Elektro Otomasi,
Fakultas Vokasi, Institut Teknologi
Sepuluh Nopember, Surabaya

PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT PETROKIMIA GRESIK
2. Kerja Praktek di PT INKA (Persero) Madiun

PENGALAMAN ORGANISASI

1. SOSMAS HIMAD3TEKTRO 2016-2017
2. KEWIRAUSAHAAN BEM FTI – ITS 2016-2017
3. KEWIRAUSAHAN HIMAD3TEKTRO 2017-2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----