

**RANCANG BANGUN ALAT UJI KARAKTERISASI SENSOR GAS CO₂
BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA328**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Departemen Pendidikan Fisika Program Studi Fisika



oleh

Pabel Frasetya

NIM 1204388

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

RANCANG BANGUN ALAT UJI KARAKTERISASI
SENSOR GAS CO₂ BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328

Oleh
Pabel Frasetya

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Pabel Frasetya 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
September 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

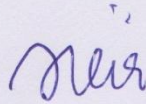
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

PABEL FRASETYA

RANCANG BANGUN ALAT UJI KARAKTERISASI
SENSOR GAS CO₂ BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

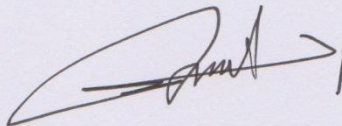
Pembimbing I



Dr. Lilik Hasanah, M.Si

NIP. 197706162001122002

Pembimbing II

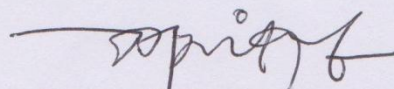


Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

NIP. 197211122008121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.

NIP. 195904011986011001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Uji Karakterisasi Sensor Gas CO₂ Berbasis Mikrokontroler ATmega328” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2019

Yang membuat pernyataan

Pabel Frasetya

NIM. 1204388

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Sang Pencipta Allah SWT karena atas rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Uji Karakterisasi Sensor Gas CO₂ Berbasis Mikrokontroler ATmega328” dibuat untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains.

Skripsi ini berisi dan membahas tentang perancangan dan pembuatan sistem pengukuran gas CO₂ dengan menggunakan ATmega328 sebagai pengolahnya. Berdasarkan hasil penelitian, alat ukur ini dapat bekerja dengan baik dalam pengukuran kadar gas CO₂.

Penulis sadar bahwa apa yang sudah ditulis pada skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari pembaca agar penulis dapat berkarya lebih baik lagi di masa yang akan datang. Semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan skripsi penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT karena hanya dengan ridho-Nya semua dapat terlaksana dan terselesaikan. Pencapaian ini tidak lepas dari segala do'a dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Lilik Hasanah, M.Si. selaku pembimbing I skripsi di departemen Pendidikan Fisika UPI yang dengan sangat sabar telah memberi banyak ilmu, saran, motivasi dan meluangkan waktunya selama masa penelitian dan bimbingan.
2. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. selaku pembimbing II skripsi di departemen Pendidikan Fisika UPI yang dengan sangat sabar telah memberi ilmu, ide, motivasi, arahan dan meluangkan waktunya selama masa penelitian dan bimbingan.
3. Ibu Dr. Hj. Wiendartun, M.Si. sebagai dosen pembimbing akademik penulis yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta motivasi kepada penulis selama menjalani studi di Departemen Pendidikan Fisika.
4. Bapak Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si. sebagai ketua Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang telah melayani penulis selama menjalani studi.
5. Seluruh dosen di Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI yang tak pernah lelah dalam memberikan ilmunya kepada penulis selama menjalani studi, semoga ilmu dan ajaran yang diberikan oleh beliau semua bermanfaat.
6. Kedua orang tua saya, Bapak Akmal, S.E. dan ibu Amala, S.Pd. yang memberikan pengorbanan serta do'a yang tak hentinya beliau berikan tanpa batas dan tanpa balas sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di jenjang ini.

7. Aulia Ayu Nugraheni, S.Kep., Ns. sebagai teman terdekat yang memberikan bantuan langsung, dukungan moril dan selalu menjadi teman disela lelah mengerjakan skripsi.
8. Rahadian Sri Pamungkas, S.Si dan Cindy Alvioni, S.Pd yang juga telah memberika bantuan langsung dalam penulisan penelitian ini.
9. Seluruh anggota kelas Program Studi Fisika dan Program Studi Pendidikan Fisika angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah menjadi Keluarga Fisika C 2012, yang telah menemani baik suka maupun duka dalam menapaki jenjang pendidikan S1 selama bertahun-tahun di Departemen Pendidikan Fisika UPI yang juga selalu memberi bantuan dan dukungan moril selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Barudak Moess yang telah memberikan banyak hiburan selama perjalanan panjang penulis menyelesaikan penelitiannya.
11. Semua pihak yang turut membantu penulis yang tidak dapat penulis ucapakan satu persatu, semoga menjadi berkah dan bermanfaat.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan semua pihak, yang telah diberikan kepada penulis dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

RANCANG BANGUN ALAT UJI KARAKTERISASI SENSOR GAS CO₂ BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328

*Pabel Frasetya**, *Lilik Hasanah*¹, *Ahmad Aminudin*¹

¹*Departemen Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

**E-mail: pabel.frasetya@student.upi.edu
Telp/Hp: 085924924840*

ABSTRAK

Karbon dioksida merupakan senyawa kimia yang dikenal sehari-hari. Keberadaannya tidak terlalu berbahaya, namun hanya dalam jumlah tertentu saja. Seiring bertambahnya waktu, gas ini mulai membahayakan sehingga banyak penelitian tentang gas tersebut. Pada proses penelitiannya, dibutuhkan sistem uji terlebih dahulu sebelum suatu alat ukur digunakan di lapangan. Mengatasi permasalahan tersebut, dibuatlah *chamber* gas penelitian beserta uji sistem pengukurannya. Pada penelitian ini, gas yang diujicobakan dikhususkan pada gas Karbon Dioksida (CO₂). Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode ini dilakukan melalui tahapan mendesain dan membuat *chamber* gas penelitian yang kemudian diujicobakan dengan sistem pengukuran kadar gas Karbon Dioksida berbasis mikrokontroler Atmega328. Secara keseluruhan, penelitian yang dilakukan berhasil membuat *chamber* gas dan mengujicobakannya pada sistem pengukuran kadar gas Karbon Dioksida. Hasilnya telah dibuat *chamber* berbentuk tabung berdiameter 15 cm dan panjang 30 cm. *Chamber* memiliki dua katup *input*, dua katup alat, dan satu katup *output*. Kadar CO₂ yang terukur bernilai antara 557-5.984 ppm pada tegangan keluaran 1,72-2,78 V. Hasil sistem pengukuran dibandingkan dengan *datasheet* sensor gas Karbon Dioksida dan simulasi sistem menggunakan aplikasi *Matlab* 2014 b. Namun hasil yang didapat, sistem hanya baik digunakan pada pengukuran kadar rendah yaitu pada pengukuran kurang dari 4000 ppm. Hasil dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat dimanfaatkan untuk berbagai penelitian pengukuran gas dengan jenis-jenis gas yang berbeda kedepannya.

Kata Kunci: Gas CO₂, *Chamber*, Sensor MG-811, ATmega328

**DESIGN OF CHARACTERIZATION TEST EQUIPMENT OF
CARBON DIOXIDE GAS SENSOR BASED ON MICROCONTROLLER
ATMEGA328**

*Pabel Frasetya**, *Lilik Hasanah*¹, *Ahmad Aminudin*¹

¹*Departement of Physics Education Faculty of Mathematic and Science Education,
Indonesia University of Education
Dr. Setiabudhi street 229 Bandung 40154, Indonesia*

**E-mail: pabel.frasetya@student.upi.edu
Telp/Hp: 085924924840*

ABSTRACT

Carbon dioxide is a chemical compound that is known everyday. Its existence is not dangerous, but only in a certain amount. Over time, this gas began to endanger so much research on the gas. In the research process, a test system is needed before a measuring instrument is used in the field. Overcoming this problem, a gas chamber was made with the measurement system test. In this study, the gas tested was specifically for Carbon Dioxide. The research method used is experimental. This method is carried out through the stages of designing and making a gas chamber which is then tested using a carbon dioxide gas measurement system based on the Atmega328 microcontroller. Overall, the research carried out succeeded in making chamber gas and testing it on a system for measuring carbon dioxide gas levels. The result has been made a tube-shaped chamber with a diameter of 15 cm and a length 30 cm. The chamber has two input valves, two tool valves, and one output valve. Measured CO₂ levels are between 557-5,984 ppm at an output voltage of 1.72-2.78 V. The measurement system results are compared with the Carbon Dioxide gas sensor datasheet and the system simulation uses the 2014 Matlab application b. However, the results obtained, the system is only good for use in measuring low levels, namely the measurement of less than 4000 ppm. The results of this study are expected to be used for various studies on gas measurements with different types of gas going forward.

Key Words: CO₂ Gas, Chamber, Sensor MG-811, ATmega328

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Manfaat / Signifikansi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karbondioksida (CO ₂).....	6
2.2 Sensor Gas CO ₂ MG-811	7
2.3 Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega328.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 ATmega328	9
2.5 Layar Monitor.....	10
2.6 Barometer Gas	11
2.7 Rangkaian Penguat Sinyal.....	11
2.8 Bahan Stainless Steel.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Metode Penelitian.....	13
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2.1 Studi Literatur	14
3.2.2 Perancangan Rangka Alat Uji dan Program.....	15
3.2.3 Pembuatan Rangka Alat Uji dan Pemrograman.....	16
3.2.4 Tahap Pengujian Alat	17
3.2.5 Tahap Pengambilan Data	17

3.2.6	Tahap Analisis Data	17
3.2.7	Tahap Pengambilan Simpulan dan Saran.....	17
3.2.8	Diagram Blok	18
3.3	Alat dan Bahan	19
3.4	Skematika Sensor MG-811	19
3.5	Waktu Dan Tempat Penelitan.....	22
3.6	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil Desain dan Pembuatan <i>Chamber Gas</i>	24
4.1.1	Desain <i>Chamber Gas</i>	24
4.1.2	Pemasangan Komponen Penyusun	26
4.2	Alur Pengukuran Kadar CO ₂ Pada <i>Chamber Gas</i>	27
4.3	Pemrograman Mikrokontroler ATmega328 untuk Menentukan Kadar CO ₂	27
4.4	Pemrograman Matlab untuk Simulasi Menentukan Kadar CO ₂ Error! Bookmark not defin	
4.5	Pengukuran Kadar Gas CO ₂ Pada <i>Chamber Gas</i>	32
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Simpulan.....	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 <i>Jadwal Penelitian</i>	23
Tabel 4. 1 <i>Data dan Hasil Percobaan</i>	33
Tabel 4. 2 <i>Konversi Satuan Data Hasil Percobaan</i>	34
Tabel 4. 3 <i>Data Hasil Pengukuran Kadar Gas CO₂ Percobaan Ke-1</i>	35
Tabel 4. 4 <i>Data Hasil Pengukuran Kadar Gas CO₂ Percobaan Ke-2</i>	36
Tabel 4. 5 <i>Data Hasil Pengukuran Kadar Gas CO₂ Percobaan Ke-3</i>	38
Tabel 4. 6 <i>Data Hasil Pengukuran Kadar Gas CO₂ Percobaan Ke-4</i>	39
Tabel 4. 7 <i>Data Hasil Pengukuran Kadar Gas CO₂ Percobaan Ke-5</i>	41
Tabel 4. 8 <i>Data Bacaan Grafik Datasheet Sensor MG-811</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Emisi CO ₂ per Kapita dari Pemakaian Energi di Indonesia.....	7
Gambar 2. 2 Sensor Gas CO ₂ MG-811 (Bagian Dalam)	8
Gambar 2. 3 Layout Sensor Gas CO ₂ MG-811	9
Gambar 2. 4 Penguat <i>Inverting</i> (kiri) dan <i>Non-Inverting</i> (kanan)	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3. 2 Tampilan Layar Utama <i>Corel Draw 2019</i>	16
Gambar 3. 3 Diagram Blok Alat Ukur CO ₂ pada <i>Chamber Gas</i>	18
Gambar 3. 4 Sensor Gas CO ₂ MG-811 dan Arduino ATmega328	19
Gambar 3. 5 Barometer Gas dan Regulator Gas	19
Gambar 3. 6 Rangkaian Penguat Sensor MG-811	20
Gambar 3. 7 Keterangan Rangkaian Penguat Sensor MG-811	20
Gambar 4. 1 Desain <i>Chamber Gas</i> menggunakan <i>Corel Draw 2019</i>	24
Gambar 4. 2 <i>Chamber Gas</i>	26
Gambar 4. 3 Simulasi Pemasangan Komponen Penyusun Sistem.....	26
Gambar 4. 4 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 1	27
Gambar 4. 5 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 2	28
Gambar 4. 6 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 3	28
Gambar 4. 7 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 4	29
Gambar 4. 8 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 5	30
Gambar 4. 9 <i>Sketch</i> Mikrokontroler Bagian 6	30
Gambar 4. 10 Diagram Blok Simulasi Matlab.....	31
Gambar 4. 11 Contoh Tampilan Simulasi Menggunakan Aplikasi Matlab.....	32
Gambar 4. 12 Grafik Tegangan terhadap Kadar CO ₂ Percobaan Ke-1.....	36
Gambar 4. 13 Grafik Tegangan terhadap Kadar CO ₂ Percobaan Ke-2.....	37
Gambar 4. 14 Grafik Tegangan terhadap Kadar CO ₂ Percobaan Ke-3.....	39
Gambar 4. 15 Grafik Tegangan terhadap Kadar CO ₂ Percobaan Ke-4.....	40
Gambar 4. 16 Grafik Tegangan terhadap Kadar CO ₂ Percobaan Ke-5.....	42
Gambar 4. 17 Perbandingan Hasil Tiap Percobaan	43
Gambar 4. 18 Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Tegangan terhadap Kadar CO ₂ ...	44

Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Kadar Gas terhadap Tegangan dengan Rentang 500 - 2.000 ppm.....	45
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Kadar Gas terhadap Tegangan dengan Rentang 2.000 - 4.000 ppm.....	46
Gambar 4. 21 Grafik Hubungan Kadar Gas terhadap Tegangan dengan Rentang 4.000 - 10.000 ppm.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Data Sheet</i> Sensor Gas MG-811.....	59
Lampiran 2 Program Mikrokontroler.....	61
Lampiran 3 Program Matlab Simulasi Sistem Pengukuran.....	65
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	85